SHOUT
SHARE
IT

LIBRARIES SMITHSONIAN INSTITUTION

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES

QK
1
D486
Bot

BERICHTE DER DEUTSCHEN BOTANISCHEN GESELLSCHAFT

BAND II

1884

QK
1
D486
Bd. 2
Bot.

BERICHTE

DER

DEUTSCHEN BOTANISCHEN GESELLSCHAFT.

GEGRÜNDET DEN 17. SEPTEMBER 1882.

BAND II.

MIT XIV TAFELN UND 35 HOLZSCHNITTEN.

BERLIN 1884.
GEBRÜDER BORNTRÆGER
ED. EGGERS.

Reprinted with the permisson of Gebrüder Borntraeger

JOHNSON REPRINT CORPORATION JOHNSON REPRINT COMPANY LTD.
111 Fifth Avenue, New York, N.Y. 10003 Berkeley Square House, London, W. 1

First reprinting, 1966, Johnson Reprint Corporation

Printed in West Germany
Druck: Anton Hain KG, Meisenheim (Glan)

Sitzung vom 25. Januar 1884.

Vorsitzender: Herr A. W. Eichler.

Zu ordentlichen Mitgliedern werden proklamirt die Herren:

Krätzschmar, Dr. phil. in Göttingen.
Hentze, Dr. phil. in Göttingen.
Oscar Schmidt, Dr. phil. in Berlin N., Schwedterstr. 35a.

Zu ordentlichen Mitgliedern sind vorgeschlagen die Herren:

Dr. **C. von Nägeli**, Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens etc. in München (durch Eichler und Schwendener).
Dr. **Robert Hartig**, Professor der Botanik an der forstwirthschaftlichen Abtheilung der Universität in München, Arcisstr. 12a, II. (durch Eichler und Schwendener).
Dr. **Hermann Dingler**, Privatdozent an der Universität und Custos am botanischen Garten in München, Karlstr. 61a (durch Eichler und Schwendener).
Dr. **A. Peter**, Custos am k. Herbarium in München, Türkenstr. 51, III. (durch Eichler und Schwendener).
Dr. **J. E. Weiss**, Privatdozent an der Universität in München, Gabelsbergerstr. 54, III. (durch Eichler und Schwendener).
Dr. **A. F. W. Schimper**, Privatdozent der Botanik in Bonn (durch Strasburger und Pringsheim).
Jul. Schrodt, Gymnasiallehrer in Berlin W., Alvenslebenstr. 26 (durch Schwendener und Frank).

Zu ausserordentlichen Mitgliedern sind vorgeschlagen die Herren:

Wilh. Möhring, Lehramtskandidat in Berlin, Alte Leipzigerstr. 10 (durch Schwendener und Frank).
Stud. **Turner** in Göttingen
„ **Vogel** „ „
„ **Hitzemann** „ „
(durch Reinke und Pringsheim).

Alle das Mitgliederverzeichniss betreffenden Berichtigungen sind zu senden an Herrn Dr. A. Tschirch, Berlin N., Invalidenstr. 36.

Mittheilungen.

1. Franz von Höhnel: Ueber den etagenförmigen Aufbau einiger Holzkörper.

Eingegangen am 4. Januar 1884.

Es giebt viele Hölzer, welche mit freiem Auge, oder mit der Loupe betrachtet auf Tangentialschnitten eine feine Querwellung, oder zarte horizontale Linien aufweisen. Die Distanz dieser Linien von einander beträgt $\frac{1}{2}$—$\frac{1}{11}$ *mm*, und ist für die einzelnen Arten konstant.

Da mehrere dieser Hölzer von praktischem und speciell pharmaceutischem Interesse sind, so ist diese Erscheinung der Beobachtung nicht gänzlich entgangen, und findet man in den bekannten Pharmacognosien von **Wigand**, **Flückiger** und **Berg** bei der Besprechung der Hölzer von *Picrasma excelsa*, *Pterocarpus Santalinus* und *Guajacum officinalis* einige diesbezügliche Bemerkungen.

Der wissenschaftlichen Anatomie hingegen ist dieselbe, wie es scheint, vollständig entgangen.

Nachdem ich die in Rede stehende Thatsache vor mehreren Jahren selbständig bei *Pterocarpus Santalinus* und bei *Caesalpinia echinata* (Fernambukholz) aufgefunden hatte, verfolgte ich sie im Laufe des vergangenen Jahres näher. Ich fand die Querstreifung bei über 80, fast nur exotischen Hölzern. Nur *Diospyros virginiana* ist hiervon eine Ausnahme, und gehört der gemässigten Zone an. Nur 35—40 der untersuchten Hölzer waren botanisch sicher bestimmt, soweit sich dies durch Vergleich feststellen liess. Da ich an tausend Hölzer durchmustert habe, so dürften Angaben über die Verbreitung der Erscheinung einiger Werth besitzen. Ich fand dieselbe bei **Caesalpinien**, Papilionaceen, Mimoseen, **Zygophylleen**, Büttneriaceen, Malvaceen, Cedrelaceen, Bignoniaceen, Simarubaceen, Ebenaceen, Rosaceen und Sapindaceen. Für die gesperrt gedruckten Familien scheint die Horizontalstreifung des Holzes fast charakteristisch zu sein.

Viele Hölzer (*Pterocarpus Marsupium*, *Pt. Santalinus*, *Pt. erinaceus*, *Bocoa provacensis*, *Guajacum officinalis*, *Porliera hygrometrica*, *Picrasma excelsa* u. A. m.) zeigen dieselbe immer, und an jedem kleinsten Stücke in der deutlichsten Weise; wenige (*Caesalpinia*-Arten, *Swietenia Mahagoni*) zeigen die Querstreifung stellenweise höchst deutlich, an anderen Stücken undeutlich oder gar nicht.

Auch zeigen einzelne Arten von Gattungen die Querstreifung und andere nicht (z. B. *Acacia procera* (?) im Gegensatze zu den meisten anderen Arten. *Swietenia Mahagoni* mit und *Sw. senegalensis* ohne Querstreifung).

Vor allen anderen ist die Familie der Caesalpinieen durch häufiges Vorkommen der Erscheinung ausgezeichnet.

Die anatomische Ursache der Erscheinung liegt meist in der Horizontalreihung der Markstrahlen, welche sämmtlich mehr oder weniger gleich gross sind und je aus einer Cambiumzelle hervorgehen. Manchmal jedoch (*Sapindus senegalensis*, *Tamarindus indica*) liegt sie nur in einer etagenförmigen Anordnung der Tüpfel oder Porenkanäle der faserförmigen Tracheiden oder des Libriforms. Häufig sind beide Ursachen verquickt.

Die Hölzer mit Etagenbau haben Cambiumzellen von fast gleicher Länge, welche in Horizontalreihen stehen, nicht nur in der Radial-, sondern auch in der Tangentialrichtung.

Nachdem in Folge der Vermehrung in der Tangentialrichtung aus jeder Cambiumzelle eine Tangentialreihe im Laufe der Zeit entstehen muss, so wäre es möglich, dass der Etagenaufbau darin seinen Grund hat. Da aber in den untersuchten Fällen (*Caesalpinia*, *Porliera hygrometrica*) schon ½—1 *cm* vom Marke entfernt dieselbe Regelmässigkeit, wie an älterem Holze statthat, so ist es höchst wahrscheinlich, dass bei den etagenartig aufgebauten Hölzern das Cambium schon ursprünglich eine mehr oder weniger regelmässige Horizontalreihung aufweisen wird. Diess ist um so sicherer als die Etagen nicht etwa nur kurz sind, sondern sich am Tangentialschnitt oft 10 bis 20 und mehr Centimeter weit verfolgen lassen.

Jede Etage des Holzes ist so hoch wie die im Cambium. Sie entspricht genau der Höhe eines Gefässgliedes, die bei den in Rede stehenden Hölzern fasst alle gleich lang sind. Ebenso lang sind die Gefässartigen Tracheiden und die Parenchymersatzfasern.

Es sind daher diese Hölzer aus lauter Etagen aufgebaut, von welchen jede ein Gefässglied, eine Tracheide, eine Parenchymersatzfaser und eine Lage von Markstrahlen enthält.

Die Verbindung der aufeinander folgenden Etagen mit einander wird hauptsächlich durch die lang ausgezogenen und schmalen Enden der Libriformfasern und Faser-Tracheiden bewirkt.

Diese Fasern zeigen in der Regel einen mittleren etwas breiteren Theil, welcher seiner Länge nach etwa den ursprünglichen Cambiumzellen, aus welchen sie entstanden sind, entspricht, und der mehr weniger deutlich von den stärker oder schwächer ausgezogenen Enden abgesetzt ist. Nur dieser mittlere Theil ist, wenigstens was die faserförmigen Tracheiden anbelangt, mit spaltenförmigen Hoftüpfeln versehen. Es zeigt sich nun oft, dass die Tüpfel oder Porenkanäle an den

Enden des Mitteltheiles jeder Faser derart gehäuft sind, dass, da die Fasern, sowie die Cambiumzellen in Horizontalreihen stehen, Reihen von Tüpfeln oder Poren entstehen, die sich genau an der Grenze je zweier Etagen finden und daher den Gefässquerwänden entsprechen. Trifft man am Querschnitte auf eine solche Tüpfeletage, so erscheint derselbe voll von Porenkanälen, während im anderen Falle der Querschnitt Porenarm oder frei davon erscheint. Wenn zugleich die Markstrahlen in Etagen stehen, also sämmtlich gleich gross sind und je aus einer Cambiumzelle hervorgehen, so finden sich die Tüpfelschichten oder Reihen gerade in den markstrahlenfreien Zonen. Durch die Tüpfel, welche in den Tüpfeletagen stehen, werden die breiteren Mitteltheile der Fasertracheiden mit einander verbunden.

Da die Enden, welche schmal und porenfrei sind, nicht mit einander verbunden sind, so wird sich eine in den Fasertracheiden bewegende Flüssigkeit vorzugsweise in den weiteren Mitteltheilen bewegen. Man könnte also sagen, dass bei diesen Elementen insofern eine Theilung der physiologischen Arbeit stattfindet, als die Enden nur oder fast nur mechanisch wirksam sind. (Sie repräsentiren gewissermassen Libriform), während die Mitteltheile die eigentliche Tracheiden- (Leitungs-) Arbeit vollziehen.

Schöne Tüpfel- und Porenetagen finden sich (im Vereine mit Markstrahletagen) bei *Bocoa provacensis*, *Tecoma speciosa*, *Inga vera*, *Dialium indicum*, *Myrocarpus* sp. u. A.

Weniger deutliche Tüpfel- oder Poren-Etagirung ist sehr häufig wenigstens stellenweise zu sehen, so bei *Pterocarpus*, *Andira antielminthica*, *Caesalpinia*-Arten, *Dalbergia nigra*, *Parkia biglandulosa* etc.

Keine Tüpfeletagirung bei horizontal gereihten Markstrahlen sah ich bei *Moringa pterygosperma*, *Bauhinia reticulata*, *Acacia procera*, *Swietenia Mahagoni* u. A. Da aber diese Tüpfelanordnung nicht immer ganz leicht zu finden ist, so soll damit nicht gesagt sein, dass sie nicht auch bei diesen Hölzern, wenigstens stellenweise, vorkommt.

Da es Hölzer giebt, deren Markstrahlen ungleich gross sind, also aus einem Theile einer Cambiumzelle, oder einer ganzen oder aus mehreren Cambiumzellen hervorgehen, während diese horizontal gereiht sind, so kann die Tüpfeletagirung vorkommen bei unregelmässig angeordneten Markstrahlen. Dieses Verhältniss zeigt *Tamarindus indica* wenig deutlich, und ist bei *Sapindus senegalensis* höchst auffallend. Dieses Holz erscheint in der That nur von den Tüpfeln quergestreift.

Bei den Zygophylleen *Guajacum* und *Porliera* sind die Fasertracheiden ganz dicht mit Tüpfeln bedeckt.

Die schmalen auswachsenden Enden der Fasern sind am Querschnitte in der Regel mehr weniger deutlich in Radialreihen angeordnet, welche mit den breiteren Radialreihen der Mitteltheile der Fasern abwechseln. In der That suchen die Enden die radialen Zwischenräume auf, offenbar weil

1) die Radialwände der Cambialregion am dicksten und dabei am weichsten sind.
2) Die Enden der Cambiumzellen meisselartig zugeschärft sind und dabei die obere und untere Schneide radial stehen, und
3) der Druck im Cambium auf den Radialseiten am geringsten ist.
4) Kommt hierbei noch in Betracht, dass die Elemente des Holzes und speciell die faserartigen derselben fast nie allein, sondern in ganzen Gruppen oder Radialreihen vorkommen, wodurch die tangentialen Wände zum grössten Theile ausser Spiel treten.

Es ist kaum daran zu zweifeln, dass die Streckung der faserigen Elemente im Holzkörper fast nur an den Enden geschieht.

Eine etwas detaillirtere Mittheilung über diesen Gegenstand dürfte voraussichtlich im Laufe der nächsten Monate in den Sitzungsberichten der Wiener Akademie der Wissenschaften erscheinen.

2. Franz Benecke: Beitrag zur Kenntniss der Ursachen des Wachsthums.

Eingegangen am 7. Januar 1884.

Als ich mich im Winter 1882/83 im botanischen Institut der Universität Basel damit beschäftigte, die Experimente zu wiederholen, die von Sachs, Frank, Darwin, Wiesner und anderen Forschern zur Entscheidung der Frage, welche Ursachen die Wachsthumsrichtung der Wurzeln beeinflussen, angestellt worden waren, gab mir die regelmässige Anordnung der Bastgruppen und Holzstrahlen, wie sie z. B. im Gefässbündel der Wurzel von *Vicia Faba* vorhanden ist, Veranlassung die Frage aufzuwerfen, wodurch jene Regelmässigkeit bedingt werde? Wenn wir in einer Blüthe regelmässig alternirende Kreise antreffen oder an einem vegetativen Spross die Laubblätter in einer aufsteigenden Spirallinie in bestimmter Entfernung stehend finden, so erblicken wir darin eine zweckmässige Ausnutzung des dargebotenen Raumes und erscheint es uns natürlich, dass an der freiesten Stelle das neue Organ auftritt. Freilich sind wir hiermit nur darüber aufgeklärt, wie sich jüngere Blattgebilde den älteren anschliessen; was bei der sich soeben entwickelnden Pflanze das zweite Blatt veranlasst, je nach der Art sich entweder dem ersten gegenüber oder $\frac{1}{3}$, $\frac{2}{5}$ etc. vom Stammumfang entfernter zu stellen, das vermögen wir nicht zu sagen. Es ist wohl verständlich, dass sich das zweite Blatt dem ersten gegenüber ausbildet, aber nicht, weshalb es z. B. in einem Abstand von $\frac{1}{3}$ der Stammperipherie sich zeigt, denn dem dargebotenen freien Raum entsprechend könnte immer nur bei Spiralstellung das zweite Blatt gegenüber dem ersten erzeugt werden. Wie in allen solchen Fällen muss der „Kampf um's Dasein“ helfen. Mit der Annahme seines Wirkens kann man sich die Blattstellung $\frac{1}{3}$, $\frac{2}{5}$ etc. „einfach“ dadurch entstanden denken, dass (speciell bei Stellung mit $\frac{1}{3}$ Divergenz) das zweite Blatt sich „zufällig“ in $\frac{1}{3}$ Umfangentfernung einstellte, wodurch denn nun für alle folgenden Blätter der Ort ihrer Bildung gegeben ist, und dass dieses Verhältniss, weil es ebenfalls und noch in höherem Grade eine zweckmässige Stellung bezeichnet, vererbt und durch natürliche Zuchtwahl erhalten wurde. Aber sehen wir von diesem Räthsel auch ab, so begegnen wir noch einer anderen Schwierigkeit. Weshalb entstehen an einem Stammhöcker, der z. B. zu einer dreizähligen Blüthe heranwachsen soll, die ersten drei Blattorgane an drei Punkten, die sich in gleichen Abständen befinden? Die Frage erscheint vielleicht beim ersten Blick recht müssig; ich halte sie aber für das Verständniss des Wachsthums für durchaus wichtig. Die Zellen des Periblems im Stammhöcker sind ursprünglich gleichwerthig. Wenn nun drei Zellen oder Zellgruppen sich anders verhalten, so mussten sie vorher andere Beschaffenheit angenommen haben, und damit sie dieses vermögen, müssen sie zu irgend einer Zeit andere Stoffe aufnehmen als die anderen Zellen, denn, da ja eben alle Periblemzellen ursprünglich gleichartig sind, so ist schlechterdings anders das Auftreten der andersartigen Qualität nicht zu erklären. Was aber — so hat man alsdann weiter zu fragen, lässt nun diejenigen Substanzen, die den Zellen an drei gleich weit von einander entfernten Orten die Uebernahme anderer Functionen ermöglichen, gerade sich in dieser Weise regelmässig vertheilen?

Eine dieser völlig analogen Frage ist nun die von mir in Bezug auf die regelmässige Anordnung von Holz- und Bastmassen im Gefässbündel der Wurzel von *Vicia Faba* aufgeworfene.

Bevor ich an den Versuch der Lösung der Aufgabe herantreten konnte, musste ich über eine andere Frage Klarheit gewinnen, und diese lautete: Ist der anatomische Bau des Wurzelbündels erblich oder nicht? Beim Vergleich der Hauptwurzeln stellte sich heraus, dass die Bündel derselben meist pentarch sind, seltener mehr- oder wenigerstrahlig. Das Minimum der Strahlenzahl fand ich zu 3, das Maximum zu 7. Die Nebenwurzeln der ersten Ordnung sind tetrarch, die der zweiten triarch. Auch hier treten oft mehr oder weniger Strahlen auf.

Um ein Beispiel anzuführen, sei erwähnt, dass von 40 Nebenwurzeln erster Ordnung, die einer und derselben Hauptwurzeln mit pentarchem Bündel angehörten, zwei triarch, zwei pentarch und die übrigen sämmtlich tetrarch waren, wenigstens an der Spitze. Wenn man nämlich die Zahl der Holzstrahlen (resp. Bastmassen) in einer Wurzel festzustellen sucht, so trifft man häufig an verschiedenen Stellen der Wurzel verschiedene Zahlen an, und zwar oft, ohne dass man im Stande ist der Wurzel äusserlich die Aenderung im anatomischen Bau anzusehen. Hat eine Nebenwurzel erster Ordnung vier Xylemstrahlen, die ein regelrechtes Kreuz darstellen, so sieht man in solchen Fällen, wie ein Strahl allmälig schwächer wird und schliesslich im weiteren Verlauf der Wurzel verschwindet; dabei rücken gleichzeitig die zwei Strahlen, welche jenen rudimentär werdenden einschliessen, von dem vierten Strahl fort, und wenn der eine nicht mehr vorhanden ist, so sind die drei verbleibenden Strahlen ebenso gleichmässig wie früher die vier angeordnet. Durch Quer- und Längsschnitte kann man sich überzeugen, dass die Herstellung der Regelmässigkeit dadurch herbeigeführt wird, dass jene zwei Strahlen schiefen Verlauf annehmen und nicht eher in den lothrechten zurückkehren, als bis die radiale Anordnung vollendet ist. Es kann aber auch ein dem soeben angeführten Fall entgegengesetzter eintreten: zwei Strahlen eines tetrarchen Bündels rücken auseinander und zwischen ihnen erscheint ein fünfter. Es war mir nicht möglich festzustellen, was das Primäre ist: das Zusammen- resp. Auseinanderrücken der Strahlen oder das Schwinden resp. Neuauftreten eines Holzstrahles? Wenn ein tetrarches Bündel sich in ein triarches umwandelt, so geht natürlich auch eine Bastgruppe verloren oder richtiger: Die zwei Bastbündel zur Rechten und Linken des schwindenden Strahles rücken — wiederum durch schiefen Verlauf — an einander und vereinigen sich. Wird aus einem tetrarchen Bündel ein pentarches, so stösst der neu auftretende Holzstrahl gegen die Mitte der betreffenden Bastgruppe, diese theilt sich und beide Hälften rücken (auf den successiv angefertigten Querschnitten) aus einander. Die Holzstrahlen werden hinter dem Vegetationspunkt früher als die Bastgruppen gebildet. Sind letztere noch nicht vorhanden, so sieht man bei Vermehrung der Strahlen bald in centrifugaler, bald in basifugaler Folge die Gefässe des neuen Strahles auftreten; ist aber der Bast schon erzeugt — wie in dem vorher angeführten Fall —, so kann die Bildung des neuen Strahles natürlich nicht von der Peripherie des Bündels ausgehen. Oft sieht man auf den successiv hergestellten Querschnitten, wie die Bastmasse lange Zeit ungetrennt bleibt, der neue Holzstrahl tritt alsdann mehrmals zurück und wieder heran; es scheint, als ob Holz und Bast im Streite sich befinden, und bald geht der eine, bald der andere Bestandtheil aus diesem Streite als Sieger hervor, indem der neue Holzstrahl entweder den Bast zur Theilung zwingt oder vollständig zurücktritt. Im letzteren Fall wird das Bündel wieder ein normal tetrarches und ist es dann interessant zu sehen, wie bei solchen Wurzeln einen oder mehr Centimeter tiefer oft derselbe Streit von Neuem beginnt.

Die Darlegung dieser Verhältnisse zeigt, dass die Frage, ob der anatomische Bau der Wurzel in Bezug auf die Anzahl der Holz- und Bastmassen erblich ist oder nicht, eher mit „Nein“ als mit „Ja“ beantwortet werden muss. Berechtigung, ein absolutes „Nein“ auszusprechen, ist nicht vorhanden. Sehr häufig bleibt ja die Zahl der Xylem- resp. Phloemmassen in einer und derselben Hauptwurzel constant, und da ist wohl denkbar, dass Vererbung auch in diesem Punkte statthat. So viel jedoch lässt sich mit Bestimmtheit behaupten, dass der Einfluss der vererbenden Kraft auf diese Verhältnisse klein ist im Vergleich zu denjenigen Ursachen, welche die Modifizirung des Bündels herbeiführen.

Im Folgenden soll nun zunächst noch weiterhin dargethan werden, wie gross das Bestreben ist, eine regelmässige Anordnung, wenn dieselbe gestört wurde, herbeizuführen. Von vielen Fällen, die ich beobachtete, sollen einige mitgetheilt werden. Als ich eine bei Lichtzutritt und in Erde erzogene Pflanze aus dem Topf aushob, zeigte die Wurzel eine starke Darwin'sche Krümmung, welche in Folge einer zufälligen Verletzung eingetreten war. Die Wurzel war im Ganzen ca. 15, das verletzte Stück ca. 2,5 und das unversehrte Wurzelende ca. 2 *cm* lang. Im oberen Theil der Wurzel bis zur Wundstelle war das Bündel heptarch, an der Spitze tetrarch. Die Anordnung der Strahlen war oben und unten eine regelmässige. Die Verwundung hatte selbst das Plerom berührt. An der Wundstelle schwanden plötzlich drei Holzstrahlen, das Bündel war nur zur Hälfte vorhanden und nach der verletzten Seite hin nicht abgeschlossen.

Die in der unverletzten Hälfte liegenden vier Holzstrahlen rückten je näher man zur Wurzelspitze gelangte je mehr von einander und bis zur unverletzten Spitze hin bildeten sie ein regelrechtes Kreuz. In einem anderen Fall war die Hauptwurzel an der Spitze bedeutend abgeflacht. Im hypocotylen Glied waren sechs Strahlen vorhanden, das Bündel war länglich und die sechs Strahlen gleichmässig vertheilt. Bald aber vereinigten sich je zwei Strahlen, die rechts und links von den Endpunkten der grossen Axe des elliptischen Bündels lagen, die Querschnittsform desselben wurde rund und das Bündel dadurch normal tetrarch. An der Stelle bei welcher die Abflachung begann, nahm das Bündel wieder elliptische Form an, und standen die vier Holzstrahlen vorher auf einander senkrecht, so stellten sie sich jetzt der Ellipsenform entsprechend, wodurch dem Bestreben nach einer gleichmässigen Raumerfüllung durch die Holz- und Bastmassen Genüge gethan war.

Die Beobachtungen des zuerst gegebenen Beispieles und anderer veranlassten mich, mechanische Verletzungen vorzunehmen. Ich spaltete die Hauptwurzeln und liess sie alsdann in feuchter Luft bei Lichtabschluss wachsen. Wir wollen drei solcher Hälften von verschiedenen Wurzeln betrachten, aber nur insofern, als daraus wiederum die Existenz eines Strebens nach regelmässiger Anordnung der Theile des Gefässbündels sich darthut. Eine Wurzel hatte ich so gespalten, dass von dem pentarchen Bündel die zu besprechende Hälfte zwei Holz- und zwei Bastmassen im bereits differenzirten Theile besass. Der eine Xylemstrahl lag mehr in der Mitte des restirenden Bündelumhangs, der andere zu der Wundfläche hin. Die Anordnung war also eine sehr unregelmässige. Infolgedessen trat jener an der Wundfläche liegenden Holzmasse gegenüber eine neue dritte Gefässgruppe auf. (In welcher Weise dieselbe entstand, setze ich aus Gründen, die zum Schlusse erwähnt werden, hier nicht auseinander.) Diese neue Holzmasse vereinigte sich alsdann mit der mittleren, so dass das sehr unregelmässige halbrunde Gefässbündel, welches natürlich längst durch Wundcallus zur verletzten Seite hin abgeschlossen war, wiederum zwei Holzmassen besass, die sich aber jetzt bald regelmässiger zu einander ordneten. Es schien, als ob sie sich zu einer central gelegenen Holzmasse vereinigen wollten. Dieses geschah aber nicht; zur Wurzelspitze hin wurden sie dem Alter des Wurzeltheiles entsprechend kleiner und lagen central in jeder Hälfte des Bündels, welches begann elliptische Form anzunehmen. Mehr und mehr rückten die zwei Gefässgruppen zu den Polen der Ellipse heran. Darauf bildeten sich im Centrum der Ellipse neue Gefässe und dieselben setzten sich nach den Endpunkten der kleinen Ellipseaxe zu allmählig fort, so dass das Bündel an dieser Stelle eine quer durch dasselbe laufende Gefässplatte besass und ausserdem an jedem Pol noch eine Gefässmasse. Wiederum der Spitze näher löste sich die querdurchlaufende Holzplatte in zwei peripherisch gelegene Gruppen auf und das Bündel schien normal tetrarch werden zu wollen. Jene Holzplatte war aber von Anfang an auf dem Querschnitt etwas keilförmig: nach der verletzten Seite hin endigte sie mit einem Gefässe, nach der anderen mit mehreren. Dementsprechend war nun nach vollzogener Theilung auch die zur verletzten Seite hin gelegene Holzmasse kleiner, und zur Wurzelspitze hin schwand sie völlig, indem gleichzeitig das Bündel kreisrunde Querschnittsform annahm und die restirenden drei Strahlen sich regelrecht vertheilten.

In einer anderen Wurzelhälfte, welcher zwei Holz- und drei Bastmassen verblieben waren, setzten sich die zwei Holzmassen, als das Bündel aus der halbkreisigen Form in die elliptische übergegangen war, durch das Bündel hindurch fort und stiessen zur verletzten Seite hin fast aneinander. Bald trennten sie sich dann in der Mitte, so dass vier Holzmassen entstanden, welche zwischen sich die drei ursprünglichen

Bastgruppen hatten; zwischen den zwei Holzmassen, die zu der durch Wundcallus gebildeten neuen Rinde hin lagen, befand sich natürlich zunächst kein Bast. Diese beiden Holzmassen rückten darauf aber aus einander und jetzt trat hier die vierte Bastzellgruppe auf. An der Spitze der Wurzel war das Bündel ein normal tetrarches geworden.

In der dritten Wurzelhälfte erstreckten sich, als das Bündel bereits elliptische Form hatte, zwei Holzmassen der Quere nach durch das Bündel. Es theilte sich aber hier nur eine und das Bündel nahm triarchen Character an und zwar waren die drei Holzmassen so gelegen, dass zu der verletzten Seite hin keine Gefässgruppe sich befand. Die drei Holzmassen, verbunden gedacht, bildeten ein stumpfwinkliges, gleichschenkliges Dreieck, dessen Basis zur verletzten Seite hin lag. Die Holzzellgruppe an der Spitze des Dreiecks wuchs darauf zu jener Seite hin und bald erstreckte sich wieder — wie im vorletzten Falle — eine Holzmasse quer durch das Bündel und je eine lag an den Polen der Ellipse. Auch hier theilte sich darauf die Holzmasse, aber alle vier so entstandenen Gefässgruppen blieben bis zur Spitze hin erhalten: nicht nur das Streben nach regelmässiger Anordnung von Holz und Bast war hier von Erfolg begleitet, sondern auch dasjenige ein an Strahlen reicheres, der Natur einer Hauptwurzel mehr entsprechendes Bündel zu erzeugen.

Durch die bis hierher gemachten Beobachtungen sah ich mich veranlasst, die eingangs aufgeworfene Frage, wodurch der regelmässige Bau des Bündels bedingt werde, zunächst gänzlich fallen zu lassen und nunmehr den Versuch zu machen, die Ursachen der Veränderung des Bündels in unverletzten Wurzeln kennen zu lernen. Gleich im Voraus sei bemerkt, dass das Resultat der auf diesen Gegenstand gerichteten Forschung ein negatives zu nennendes ist. Ich glaube aber, es wird doch nicht ganz ohne Interesse sein, von den vergeblichen Bemühungen zu hören.

Zunächst sah ich nach, in welcher Weise denn das radiale Gefässbündel der Wurzel sich in die einzelnen Stränge des Stammes auflöst? An der Grenze zwischen Stamm und Wurzel, im hypocotylen Glied, bildet der Bast einen Ring um das Holz. Aufwärts theilt sich die vereinigte Bast- und Holzmasse in so viele collaterale Bündel als der Stamm besitzt, abwärts durchbricht an n Stellen die Holzmasse allmählich den Bastring und stellt so schliesslich den bekannten Holzstern dar, zwischen dessen Strahlen die Bastgruppen an der Peripherie des Bündels liegen. Die Zahl der Gefässbündel des Stammes steht in keinem genetischen Zusammenhange mit der Zahl der Holz- und Bastgruppen. Daher ist die Frage, wie sich das Gefässbündel der Wurzel in die Stränge des Stammes auflöst, ebenso wenig correct wie die auf welche Art die Bündel des Stammes sich zum radialen Wurzelbündel vereinigen. Vielmehr ist diese Frage dahin umzuformuliren, wie das concentrische Bündel des hypocotylen Gliedes sich einerseits in die Stränge des Stammes zertheilt, andrerseits sich zum radialen Wurzelbündel umwandelt. Diese Andersgestaltung der Frage ist, glaube ich, nicht nur Formalität, sondern kann grosse Bedeutung haben! Ich habe das Bündel des hypocotylen Gliedes ein concentrisches genannt. Freilich ist es nicht in dem Sinne bei *Vicia Faba* concentrisch, wie wir dieses Prädicat den Bündeln der Gefässkryptogamen zuertheilen. Immerhin hat es mit diesen Aehnlichkeit und es fragt sich, ob sich nicht aus dieser Thatsache Schlüsse ziehen lassen, die vielleicht unser Interesse in Anspruch zu nehmen berechtigt sind?!

Ich sagte, an n Stellen durchbricht im hypocotylen Glied die Holzmasse den sie umgebenden Bastring beim Uebergang in die Wurzel. Normalerweise ist n=5. Aber häufig sind die Stellen jenes Durchbrechens nicht regelmässig auf dem Querschnitt vertheilt. Die Regelmässigkeit tritt erst allmählich auf. Oft sind auch mehr als fünf solcher Stellen vorhanden, und zwar selbst dann, wenn die Wurzel ein nur pentarches Bündel besitzt. Den überzähligen Strahlen geht es dann genau so wie den in einem tetrarchen Bündel neu aufgetretenen fünften und im Streite mit dem Bast unterliegenden Strahlen. Welche Ursache es ist, die bewirkt, dass sich die Holzmasse des Bündels in einen fünf- oder andersstrahligen Stern umwandelt, ist nicht zu erkennen. Ich glaubte anfangs, dass stärkere Wurzeln mehrstrahligere Bündel haben als schwächere, aber diese Annahme stellte sich als irrig heraus. Ich dachte mir, dass bei den Nebenwurzeln die Grösse der Anlage entscheidend sein könnte, aber nach den gemachten Beobachtungen ist auch dieses nicht der Fall. Ich fand oft, dass zwei Nebenwurzeln, die gleichalterig waren, und deren Basis verschiedene Grösse hatte, dieselbe Strahlenzahl aufwiesen, und auch oft, dass bei gleichalterigen Nebenwurzeln mit gleicher Grundfläche die eine triarch, die andere tetrarch war. Weiterhin suchte ich die Ursache des verschiedenen anatomischen Baues des Bündels in der verschiedenen Kräftigkeit der Ernährung. Da in Erde, in Sägemehl, in Wasser oder in Luft unter Zutritt oder Ausschluss des Lichtes gewachsene Pflanzen keine Differenz ergaben, wählte ich die kleinsten und die grössten Samen aus, aber auch hierbei trat kein Unterschied hervor. Endlich schnitt ich die Cotyledonen theilweise und darauf gänzlich (mit ihren Stielen) ab, die Samen (wenn man von diesen hier noch sprechen darf) keimten und wuchsen verhältnissmässig fröhlich, das Resultat aber war ein negatives. Die Ursache des verschiedenen Baues des Bündels liegt nicht in der Art der Ernährung und ist nicht abhängig von der Masse der im Samen dargebotenen Nährsubstanz.

Darauf schnitt ich stetig die Nebenwurzeln ab: das Bündel in der Hauptwurzel blieb dasselbe. Ich verhinderte einmal das Längenwachsthum, indem ich die Wurzel in ein unten geschlossenes Glasröhrchen, in dessen engem Grunde die Wurzelspitze nicht aufwärts zu wachsen vermochte, einsperrte und den Samen sowie das Glasröhrchen so befestigte, das eine Bewegung unmöglich war: die Wurzel wuchs abnorm in die Dicke, aber die Strahlenzahl wurde nicht vermehrt. Schnitt ich nicht nur die Nebenwurzeln, sondern auch die Spitze der Hauptwurzel ab und verhinderte ich die Regenerirung derselben, so schwoll die Hauptwurzel an, aber ein Einfluss auf das Gefässbündel war nicht zu erkennen: war es anfangs pentarch, so wurden die fünf Strahlen auch bis zum Wundcallus hin fortgesetzt. Sehr merkwürdig in diesen Fällen und wohl werth, die Aufmerksamkeit darauf zu lenken, ist die Thatsache, dass das durch verhindertes Längenwachsthum herbeigeführte Dickenwachsthum nicht in bekannter Weise vor sich geht, sondern dadurch, dass sich die Zellen der inneren Rindenzelllagen vermehren und dass ausserdem vom gesammten Pericambium (?) eine neue Zellschicht zwischen Gefässbündel, das gleichzeitig sein normales Dickenwachsthum besitzt, und Rinde eingeschaltet wird. Diese Zellschicht kann beträchtliche Dicke erreichen. Ich beobachtete sie an sechs Wochen alten Wurzeln. Hier waren die Zellen noch in lückenlosem Verband, voraussichtlich aber runden sie sich später ab und stellen dann eine neue Innenrinde dar.

Mit den letzteren Versuchen hatte ich begonnen durch mechanische Verletzungen der Sache auf die Spur zu kommen. Ich berührte damit — wie schon mit den Beobachtungen an gespaltenen Wurzeln und manchen anderen Versuchen — einen Gegenstand, der bereits von Prantl („Untersuchungen über die Regeneration des Vegetationspunktes an Angiospermenwurzeln“ in Arbeiten des Botan. Instituts in Würzburg, 1. Bd., 4. Heft) und Kny (Berichte der Gesellschaft naturforsch. Freunde zu Berlin v. 19. Juni 1877) behandelt worden ist. Mit der Arbeit des letzteren Forschers war ich zunächst unbekannt. Von Herrn Professor Vöchting auf die Kny'sche Abhandlung aufmerksam gemacht, ersah ich, dass eine weitere Bearbeitung in Aussicht gestellt war. Ich hielt es infolgedessen für meine Pflicht, mich an Herrn Professor Kny mit der Anfrage zu wenden, ob er beabsichtige diesen Gegenstand weiter eingehend zu verfolgen. Da mir Herr Professor Kny erwiderte, dass er in der Fortsetzung seiner Arbeit begriffen sei, so habe ich vorher vermieden, die Folgen der Verletzungen, wenn sie nicht in directem Zusammenhange mit den von mir aufgeworfenen Fragen stehen, zu besprechen und habe auch, selbst wenn jenes der Fall war, sie nicht so ausführlich behandelt, als es mir meine Untersuchungen gestatten. Fernerhin habe ich infolgedessen die weitere Bearbeitung dieses Gegenstandes meinerseits eingestellt und beabsichtige ich mein Problem erst dann wieder aufzunehmen, wenn die von Herrn Professor Kny in Aussicht gestellte ausführliche Behandlung der Einwirkungen von Verletzungen auf den anatomischen Bau von Wurzel, Stamm und Blatt erschienen sein wird.

3. Hans Satter: Zur Kenntniss der Antheridienstände einiger Laubmoose.

(Mit Tafel I).

Eingegangen am 15. Januar 1884.

Bei einer grossen Zahl von Laubmoosen stehen bekanntlich die Antheridienstände an der Spitze von mehr weniger entwickelten Sprossen. Leitgeb[1]) und Kühn[2]) zeigten, dass in diesen Fällen der Sprossscheitel selbst bei der Antheridienbildung aufgebraucht wird, und dass schon das erste Antheridium des Standes aus der Sprossscheitelzelle sich entwickelt, und somit den Abschluss einer Sprossachse bildet.

Leitgeb versuchte später, diese Art der Entwicklung als eine allgemeine Regel für alle Laubmoose aufzustellen und einige dieser Regel sich scheinbar nicht fügende Fälle zu erklären. So brachte er für *Sphagnum*, wo entlang der Sprossachse je ein Antheridium am anodischen Rande einer Blattinsertion steht, entwicklungsgeschichtlich den Nachweis, dass die Antheridien in Bezug auf Zeit und Ort ihrer Anlage vollkommen mit den Seitensprossen übereinstimmen und es so wohl gerechtfertigt wäre, sie auf Seitensprosse zurückzuführen, welche auf ihre Urmutterzelle reduziert erscheinen[3]).

Auch das abweichende Verhalten bei *Polytrichum*, wo inmitten des Antheridienstandes die Sprossscheitelzelle erhalten und entwicklungsfähig bleibt, derselbe daher später durchwachsen wird, findet im Sinne Leitgeb's eine befriedigende Erklärung durch die schon von Hofmeister[4]) entwicklungsgeschichtlich begründete Annahme, den Antheridienstand von *Polytrichum* als ein zusammengesetztes Auszweigungssystem zu betrachten, welches von einer Mehrzahl fertiler, den einzelnen Antheridiengruppen entsprechender Seitenzweige gebildet wird, deren Scheitelzelle zum ersten Antheridium der Gruppe sich entwickelt, während die des Hauptsprosses vegetativ bleibt.

---

[1]) „Entwicklung der Antheridien bei *Fontinalis antipyretica*.“ Sitzungsber. der Wiener Akademie 1868.

[2]) „Zur Entwicklungsgeschichte der Andreaeaceen.“

[3]) „Wachsthum des Stämmchens und Entwicklung der Antheridien bei *Sphagnum*.“ Sitzungsber. d. Wiener Akademie 1869; und Flora 1882, No. 30: „Die Antheridienstände der Laubmoose.“

[4]) Botan. Zeit. 1870, No. 29, und Leitgeb: „Die Antheridienstände der Laubmoose.“ Flora 1882, No. 30. Man vergleiche auch den von Göbel — „Die Antheridienstände von *Polytrichum*“ in Flora 1882, No. 21 — erhobenen Einwand.

Ein anderes Stellungsverhältniss des Antheridienstandes, welches ebenfalls gegen die Leitgeb'sche Regel zu sprechen scheint, sich aber — und dies zu zeigen ist Aufgabe der nachfolgenden Zeilen — derselben vollkommen fügt, findet sich bei denjenigen monöcischen Laubmoosen, bei welchen die Antheridien entweder ganz frei in der Achsel eines Stengel- oder auch Perichaetal-Blattes angetroffen werden (und in dieser Stellung ganz an die betreffenden Verhältnisse vieler akrogyner Iungermanniaceen erinnern), oder ausserdem durch ein einziges gewöhnlich etwas modifiziertes Blatt von oben her gedeckt erscheinen.

Ein solches Verhalten zeigen nebst einer grösseren Zahl von Bryinen auch *Phascum cuspidatum* und das bezüglich seiner Sporogonentwicklung so interessante *Archidium*[1]).

Schimper[2]) beschreibt die Antheridienstände dieser beiden Phascaceen, und zwar für *Phascum cuspidatum* folgendermaassen: „flores masculi, foliis caulinis axillares, foliolo unico involucrali, ecostato, obtecti.“ Etwas anders lauten die Angaben für *Archidium*, wo die Antheridien entweder frei in den Achseln der Perichaetalblätter stehen — „antheridia nunc libera, et foliis perichaetialibus axillaria“ —, oder in einem von zwei Perigonalblättern gebildeten Knöspchen eingeschlossen sind — „nunc foliis perigonialibus duobus, ovatis, ecostatis, laxe areolatis inclusa“ —.

Diese Angaben Schimper's konnte ich im Wesentlichen bestätigen, muss jedoch bezüglich *Phascum cuspidatum* beifügen, dass an Pflanzen, welche zwei Fruchtäste entwickeln, die immer an der Gabelungsstelle dieser beiden sich vorfindenden Antheridien von zwei solcher Blättchen gedeckt werden.

Nach diesen Angaben Schimper's musste mich eine Zeichnung Hofmeister's befremden, in welcher der obere Theil einer jungen Pflanze des *Phascum cuspidatum* abgebildet wird, der zwei typische Sprosse zeigt, deren einer nach drei Blattcyklen mit der Antheridiengruppe endet, während der andere, etwas kürzere die Archegonien trägt[3]). Eine solche Selbstständigkeit des männlichen Sprosses mit

---

[1]) So sehr *Phascum cuspidatum* und *Archidium* in Bezug auf die Antheridienstände übereinstimmen, so verschieden sind die diesbezüglichen Verhältnisse bei anderen Phascaceen. So finden wir die Antheridien in den Achseln der aufeinanderfolgenden Perichaetalblätter entweder freistehend — *Pleuridium subulatum, palustre* oder, analog den männlichen Seitensprossen von *Fontinalis* in kleine, wenigblättrige Knöspchen eingeschlossen — *Pleuridium alternifolium* —. Aber auch die Arten der Gattung *Phascum* selbst differiren in dieser Beziehung bedeutend, indem z. B. die männliche Blüthe bei *Ph. carniolicum* und *bryoides* einen selbständigen sechsblättrigen Spross darstellt, andererseits — bei *Ph. rectum* und *curvicollum* — beiderlei Geschlechtsorgane an demselben Stande zu einer hermaphroditischen Blüthe vereinigt erscheinen.

[2]) Bryologia europaea. Vol. I.

[3]) „Vergleichende Untersuchungen.“ Taf. XIV, Fig. 20.

Ausbildung mehrerer Blattcyklen, wie sie aus der Hofmeister'schen Zeichnung hervorgeht, ist mir an dem zahlreichen Materiale, welches mir zur Untersuchung vorlag, nie untergekommen, entspricht auch keineswegs dem oben von Schimper beschriebenen fertigen Zustand der männlichen Blüthe, und es ist daher, falls nicht eine ausserordentlich seltene Ausnahme hier vorlag, immerhin möglich, dass eine Verwechslung mit einem anderen *Phascum* stattgefunden hatte.

Diese eigenthümliche Stellung der Antheridien seitlich am Stamme, sowie das Vorhandensein oder Fehlen des Deckblättchens konnte nur entwicklungsgeschichtlich erklärt werden, und dies bezwecken folgende Zeilen.

Die jungen, meist unverzweigten, mit dreischneidiger Scheitelzelle wachsenden Pflänzchen von *Phascum cuspidatum* beginnen im ersten Frühjahre mit der Anlage von Geschlechtsorganen, und zwar in der Weise, dass die Scheitelzelle und die jüngsten Segmente zu Antheridien auswachsen (Fig. 1). Das erste Antheridium entsteht auch hier aus der Scheitelzelle selbst, die übrigen aus den drei jüngsten Segmenten; in Fig. 1 erscheinen diese letzteren in ihrer ersten Anlage als papillöse Auftreibungen der Segmente.

Ueber diese drei Segmente geht die Antheridienbildung nicht hinaus, man ist auch an älteren Stadien im Stande, die bis zu acht wachsende Zahl der Antheridien, welche in der Folge, wie es scheint, ganz regellos aus Segmenttheilen sich entwickeln, auf eben diese drei Segmente zurückzuführen (Fig. 2).

Während so mit der Antheridienbildung der Hauptspross abgeschlossen wird, sehen wir zu gleicher Zeit hinter den den Antheridienstand zunächst begrenzenden drei Blättern, und aus demselben Segmente wie diese entstanden, Seitensprosse auftreten, und zwar in der Weise, dass entweder nur das jüngste blattbildende Segment einen solchen produciert (Fig. 3), oder aber, dass auch hinter dem zweiten, in seltenen Fällen auch hinter dem dritten — ältesten — Blatte, und zwar in jedem Falle hinter der kathodischen Blatthälfte solche Sprosse zur Entwicklung gelangen. Diese sind es nun, welche nach kurzem vegetativen Wachsthum, das sich auf die Anlage von gewöhnlich nur drei Blattcyklen beschränkt, zur Bildung von Archegonien übergehen.

Dabei erleiden nun jene Blättchen, hinter welchen Sprosse aufgetreten waren insofern eine Modifikation, als die Ausbildung der Mittelrippe, die keinem Stengel und Perichaetalblatte fehlt, entweder ganz unterbleibt, oder doch nur andeutungsweise geschieht, und weiter dadurch, das sie einerseits durch die sich immer stärker entwickelnde weibliche Knospe in ihrer Insertion mannigfache Verschiebungen erleiden, so z. B. häufig *s* förmig gekrümmt erscheinen (Fig. 4).

Von den vier — fünf Archegonien, welche an diesen Seitensprossen zur Entwicklung gelangen, und welche in ihrem Aufbau vollkommen mit der von Janczewsky beschriebenen Entwicklungsweise übereinstimmen, bildet sich das erste aus der Scheitelzelle (Fig. 5), die übrigen folgen aus den jüngsten Segmenten.

Zur Zeit der Geschlechtsreife ragt die weibliche Blüthe nur wenig über den Antheridienstand hervor (Fig. 6), und erst nach der Befruchtung — zur Fruchtbildung gelangt immer nur ein Archegon — tritt eine beträchtliche Streckung des weiblichen Astes ein, wodurch der Antheridienstand überwachsen und dabei auf die Seite geschoben wird. Hat sich nur ein weiblicher Spross entwickelt, so findet man an der fruchtenden Pflanze die Antheridien seitlich am Stamme, scheinbar in der Achsel eines Stengelblattes und gedeckt durch ein häutiges Blättchen — ich will es immer Deckblättchen nennen —, welches aus demselben Segmente wie der Seitenspross hervorgegangen ist[1]). Werden aber zwei weibliche Sprosse angelegt, so sehen wir Verhältnisse, wie bei der Bildung eines Dichasium's: der Antheridienstand, der Spitze des Hauptsprosse sentsprechend steht im Gabelungswinkel der beiden Fruchtsprosse und wird von zwei Blättchen (den beiden sprossbildenden Segmenten zugehörig) umschlossen (Fig. 7). Ich habe Pflanzen mit drei Kapseln, welche Schimper abbildet nicht gesehen, doch kann es keinem Zweifel unterliegen, dass sich in diesem Falle drei Seitensprosse entwickelt hatten, die Antheridien also von drei Deckblättchen eingeschlossen sein werden.

Ganz ähnliche Verhältnisse weist uns nun auch *Archidium phascoides* auf. Auch hier sehen wir an der fruchtenden Pflanze die Antheridien in der Achsel eines Blattes und gedeckt durch ein modificirtes häutiges Deckblatt, hinter welchem sich der die Kapsel tragende Spross erhebt (Fig. 8). Ein Unterschied besteht nur darin, dass, während bei *Phascum cuspidatum* die Kapsel in Folge der starken Streckung des sie tragenden Sprosses weit über den Antheridienstand emporgehoben erscheint, dieselbe bei *Archidium* in Folge der geringen Streckung des weiblichen Sprosses, mit den Antheridien in einer gemeinsamen Hülle, den „Schopfblättern", wie sie in der Bryologie genannt werden, eingeschlossen bleibt. Auch für diese Pflanze konnte ich nachweisen, dass die Antheridiengruppe den Abschluss der Hauptaxe darstellt, während die Archegonbildung einem Seitensprosse (und zwar einem einzigen) übertragen wird, der sich hinter dem jüngsten, die Antheridien umgebenden Blatte entwickelt hatte, welch' letzteres dieselben Modifikationen aufweist. wie die Deckblättchen bei *Phascum*.

Die Angabe Schimper's, dass die Antheridien auch frei in den Achseln der Blätter stehen, konnte ich an dem Materiale, welches mir zur Verfügung stand, nicht bestättigen, indem das Deckblättchen auf Querschnitten jedesmal nachzuweisen war; ich finde es aber leicht erklärlich, dass ein solches Blatt, welches bei der gedrängten Lage der Schopfblätter als Schutzorgan für die Antheridien überflüssig wird, auf einem noch niedrigeren Grade der Ausbildung, als dies bei den von mir untersuchten Pflanzen der Fall war, stehen geblieben sein konnte, und so an der geschlechtsreifen Pflanze übersehen wurde.

---

[1]) Man vergl. Fig. 8, welche den fertigen Zustand bei *Archidium* darstellt.

Fassen wir nun das oben über *Phascum cuspidatum* und *Archidium* Mitgetheilte noch einmal kurz zusammen, so ergiebt sich Folgendes:

1. Die Antheridiengruppe stellt uns immer einen selbstständigen Spross vor, und zwar den Hauptspross, an welchem sich ein oder mehrere weibliche Seitensprosse entwickeln.
2. Im Falle einer nur geringen Längsstreckung des weiblichen Sprosses finden wir daher Antheridien und Archegonien an der Spitze des Stämmchens in einer gemeinsamen Hülle, dem Schopfe, vereinigt — *Archidium* —, bei stärkerer Entwicklung des weiblichen Astes sympodiale Fortsetzung des männlichen Sprosses, wodurch die Antheridien in die seitliche Stellung gelangen — *Phascum cuspidatum* —.
3. In allen Fällen wird der Scheitel soweit aufgebraucht, als sowohl das erste Antheridium als auch das erste Archegonium aus der Scheitelzelle hervorgeht.

Vergleichen wir nun die Stellungsverhältnisse monöcischer Bryinen, so sehen wir, dass sich die fertigen Zustände an der fruchtenden Pflanze — und nur solche standen mir zur Verfügung — bei mehreren, verschiedenen Familien und Gattungen angehörigen Arten, dem oben für die beiden Phascaceen beschriebenen Verhalten vollkommen anschliessen, indem auch hier, bei nur einem Fruchtaste die Antheridien seitlich am Stamme in der Achsel eines Blattes und gedeckt durch ein häutiges Blättchen angetroffen werden, bei zwei Fruchtsprossen an der Gabelungsstelle dieser beiden sich vorfinden und von zwei Deckblättchen umschlossen erscheinen. Diese Stellung der Generationsorgane konstatirte ich für: *Pottia subsessilis*, *cavifolia*, *truncata*, *minutula*, *Heimii*, *Distichium inclinatum*, *Desmatodon obliquus*, *Laureri* und *Oreas Martiana*[1]), vermuthe sie aber bei noch vielen anderen, mir leider nicht zu Gebote stehenden Formen. Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass in allen diesen Fällen die Antheridiengruppe auch hier den Abschluss der Hauptachse darstellt, und durch die fast durchwegs stattfindende starke Streckung des Fruchtastes auf die Seite geschoben und überwachsen wird.

Eine Modifikation dieser typischen Stellung der Geschlechtsorgane besteht nun darin, dass die Seitensprosse nicht in unmittelbarer Nähe des Antheridienstandes, sondern schon in tieferen Blattcyklen des männlichen Sprosses angetroffen werden.[1]) Dabei kann es wieder geschehen, dass die Seitensprosse entweder sogleich zur Bildung der Archegonien übergehen, oder dass die Antheridienbildung durch mehrere Sprossgenerationen sich wiederholt, und erst eine spätere Generation weiblich wird. Je nachdem nun ein Seitenspross angelegt wird, oder zwei solche gebildet werden, erhalten wir sympodiale Verzweigungssysteme, die entweder den Wickeltypus wiederholen, oder Dichasien darstellen, wie wir solche in geradezu schematischer Weise bei *Amblyodon* wiederfinden.

---

[1]) Ich folge hier bezüglich der Autornamen der in der Bryologie eingehaltenen Nomenclatur.

Die letzten Auszweigungen dieses so entstandenen cymösen Verzweigungssystems sind nun bei dieser letzterwähnten Pflanze nicht immer von rein weiblichen Blüthen abgeschlossen, sondern zeigen oft beiderlei Geschlechtsorgane in einem Stande vereinigt, eine echte Zwitterblüthe darstellend. Man geht meiner Meinung nach nicht zu weit, wenn man in diesem hermaphroditischen Blüthenstande zwei selbständige Sprosse vermuthet, von denen der weibliche Seitenspross so spät angelegt wird, dass er in die Region der zur Antheridienbildung bestimmten Segmente fallend, innerhalb der jüngsten Blätter stehen muss, wobei er selbst seine vegetativen Segmente einbüsst und direkt zur Archegonbildung schreitet. Es gewinnt diese Ansicht an Wahrscheinlichkeit, wenn wir sehen, dass gerade an dieser Pflanze weibliche Aeste, welche in ihrem vegetativen Theile auf zwei blattbildende Segmente verkürzt erscheinen, direkt unter den Antheridien hervorsprossen, andererseits „das Sprossen aus der männlichen Blüthenknospe selbst, seitlich vom Blüthenboden“ als eine eigenthümliche Erscheinung für *Amblyodon* angegeben wird.[2]) Ob diese Ansicht berechtigt ist und ob sie sich nicht vielleicht auf die Zwitterblüthen aller Bryinen übertragen lässt, — dies zu prüfen, soll Aufgabe einer weiteren Untersuchung sein.

---

1) Ein überaus häufiger Fall, den ich für *Orthotrichum crispulum*, *Hutchinsiae*, *Bartramia Halleriana*, *pomiformis* und *Amblyodon dealbatus* konstatiren konnte, und der für viele Arten der Gattungen *Orthotrichum*, *Schistidium*, *Physcomitrium*, *Astomum*, *Hymenostomum*, *Bartramia*, *Grimmia* etc. etc. nachzuweisen sein wird. Uebrigens beschreibt schon Schimper für eine grosse Zahl in diese Kategorie gehöriger Bryinen das Auftreten der Antheridien an der Spitze des Stämmchens, und die durch die kräftige Entwicklung der weiblichen Innovationen bedingte Seitenstellung derselben. Beispiele dafür finden sich häufig genug in den 4 ersten Bänden der Bryologie.

2) Bryologie. Vol. IV.

Erklärung der Abbildungen.

Sämmtliche Figuren wurden mit der Camera lucida entworfen.

Phascum cuspidatum.

Fig. 1. (310) Scheitel des Hauptsprosses im Quer — 1a — und Längsschnitte — 1b. Die Scheitelzelle desselben ist zum ersten Antheridium a ausgewachsen, welches die für dasselbe charakteristischen Theilungen zeigt; ausserdem sind zwei Antheridienanlagen a_1 und a_2 sichtbar, welche, sowie das erste Antheridium am Querschnitte punktirt erscheinen

„ 2. (220) Zeigt im Querschnitte die Anlage von 2 Seitensprossen, welche sich aus den jüngsten blattbildenden Segmenten entwickelt hatten Die fünf — punktirt gehaltenen — Antheridien lassen sich noch auf die Scheitelzelle und die drei jüngsten Segmente zurückführen. h: Haare.

„ 3. (310) Es hat sich nur ein Seitenspross und zwar hinter dem jüngsten Blatte entwickelt. a: Antheridien mit den Paraphysen p.

„ 4. (310) Entspricht einem älteren als dem in Figur 2 abgebildeten Stadium. Der linksseitige Seitenspross, an welchem eine Archegonanlage b sichtbar ist, liegt tiefer als der rechtsseitige und erscheint durch den Schnitt in seinem obersten Theile getroffen. Die theilweise schon reifen Antheridien sind in ihren Stielen durchschnitten. Das jüngste Blatt des Hauptsprosses zeigt gar keine, das nächst ältere nur Andeutungen einer Mittelrippe.

„ 5. (310) Die Scheitelzelle eines Seitensprosses ist zu einem Archegonium ausgewachsen, welches bereits seine axile Zelle i ausgebildet hat. Der punktirte Kreis in 5b zeigt die Umrisse desselben im Querschnitte.

„ 6. (60) Längsschnitt durch die Spitze einer geschlechtsreifen Pflanze; d: Deckblättchen der Antheridien.

„ 7. (60) Querschnitt durch eine fruchtende Pflanze in der Höhe der Gabelungsstelle der beiden — durchschnittenen — Fruchtäste sp. Die Antheridien erscheinen in der Achsel eines Stengelblattes st. b., umgeben von den zwei Deckblättchen. Vergl. Fig. 4.

Archidium phascoides.

„ 8. (60) Aehnliches Präparat mit dem einzigen Fruchtaste. Vergl. Fig. 3.

4. G. Berthold: Ueber das Vorkommen von Protoplasma in Intercellularräumen.

Eingegangen am 19. Januar 1884.

Vor einigen Tagen erhielt ich Kenntniss von einer kurzen Mittheilung Russow's (Abdruck aus den Sitzungsberichten der Dorpater naturforschenden Gesellschaft, September 1883), worin, neben Angaben über den Zusammenhang der Plasmakörper der Zellen, auch eine kurze Notiz über das Vorkommen von Plasma in Intercellularen gegeben wird. Dieselbe veranlasst mich schon hier kurz über diesbezügliche Beobachtungen zu referiren, die ich hauptsächlich im Laufe des verflossenen Jahres angestellt habe.

Im December 1882 wurde ich durch Ueberlegungen, die an anderer Stelle demnächst veröffentlicht werden sollen, veranlasst mit Rücksicht auf die vorliegende Frage specielle Untersuchungen anzustellen und es ergab sich bald, dass bei verschiedenen Pflanzen in den Intercellularen protoplasmatische Massen vorkommen. So bei *Cornus mas*, *Ligustrum vulgare*, *Staphylea pinnata* in der primären Rinde einjähriger Zweige. Ebenso liess sich dasselbe nachweisen für die kleinen Intercellularen zwischen den collenchymatisch verdickten, peripherisch gelegenen Zellen im Blatt-Gelenk von *Epimedium alpinum*, sowie zwischen entsprechend gelegenen Zellen im Blattstiel von *Pittosporum Tobira* u. a. Auch die primäre Rinde von *Rhus glabra* empfiehlt sich zur Untersuchung.

Was den Nachweis anbetrifft, so dürfen frische Schnitte von lebendem Material zur Untersuchung durchaus nicht verwandt werden, da die Intercellularen hier immer zum grossen Theil von dem austretenden Plasma angeschnittener Zellen erfüllt werden. Es müssen vielmehr grössere, unverletzte Stücke der Pflanzentheile in Alkohol, oder auch in doppelt chromsaurem Kali zuvor gehärtet werden. Das letztere empfiehlt sich besonders dadurch, weil der in den meisten Fällen vorhandene Gerbstoff mit ihm einen rothbraunen Niederschlag bildet, wodurch das Auffinden sehr erleichtert wird. Das günstigste mir bisher bekannt gewordene Object ist *Ligustrum vulgare*, hier findet man schon die kleinen Intercellularen der ganz jungen Blätter der Winterknospe, sowie zwischen den jungen Markzellen mit plasmatischer Substanz erfüllt.

Russow's Angaben kann ich hinsichtlich gewisser Partien der Knospenschuppen von *Fraxinus*, sowie in Bezug auf das Rhizom von *Iris Pseudacorus* bestätigen.

Auf speciellere Angaben, sowie auf die allgemeineren Consequenzen, die sich aus obigen Beobachtungen ergeben, soll an anderer Stelle näher eingegangen werden.

5. G. H. Hiller: Ueber Intercellularlücken zwischen den Epidermiszellen der Blüthenblätter.

(Vorläufige Mittheilung.)

Eingegangen am 20. Januar 1884.

Für gewöhnlich schliessen der Funktion des Hautgewebes gemäss, möglichst vollständigen Abschluss und Schutz nach aussen hin zu bewirken, die Zellen der Oberhaut allseitig eng zusammen und Intercellularräume bilden sich nur zwischen den Schliesszellen der Spaltöffnungen. Lücken anderer Art fanden Milde und Kny (Monogr. generis Osmundae pag. 85) auf dem Mittelstück der flügelartigen Blattstielbasis von *Osmunda regalis*, *cinnamomea*, *Claytoniana*, *Todea rivularis* und an der Ligula der Blattbasis von *Isoëtes lacustris.*

Um so mehr muss man sich wundern, wenn man bei den Epidermen der Kronenblätter so oft gerade das Gegentheil findet, dass nämlich die Zellen derselben bald grössere, bald kleinere Intercellularlücken zwischen sich lassen.

Diese Bildungen wurden zuerst von M. Waldner als Oeffnungen in der Epidermis, welche eine den Spaltöffnungen analoge Function haben sollten, genauer beschrieben. („Ueber eigenthümliche Oeffnungen in der Oberhaut der Blumenblätter von *Franciscea macrantha* Pohl" LXXVII. Bd. d. Sitzb. der K. Akad. der Wissensch. 1. Abth. Märzheft, Jahrg. 1878.)

Ich habe sie bei den Blüthen der verschiedensten Familien constatiren können, jedoch kommen sie hauptsächlich bei den Dicotylen vor und zwar da wieder besonders an zartgebauten Blüthen. Unter den Monocotylen habe ich diese Lücken nur bei zwei Liliaceen (*Erythronium dens canis* und *Sisyrinchium anceps*) beobachtet.

Die Unterseite der Blätter zeigt im Allgemeinen diese Lücken stärker ausgeprägt als die Oberseite, wiewohl es gar nicht selten vorkommt, dass sie sich auf beiden Seiten von gleicher Ausbildung finden. Sie treten fast nur bei gerippten oder wenigstens in der Jugend gerippten, selten bei gradwandigen Zellen auf. Ihre Gestalt und Grösse ist sehr verschieden und zwar sowohl nach der Art der Pflanze, als auch nach dem Theile des Blattes, von dem der Schnitt genommen war. Die grössten erreichen einen Durchmesser von 18 Mik. Bei *Linum usitatissimum* z. B. besitzen sie eine Breite = 2,63 bis 7,175 und eine Länge = 13,15 bis 15,78 Mik.

Diese Lücken liegen entweder zwischen den Wänden der Zelle selbst und dann meist an den Berührungspunkten mehrerer Zellen untereinander, oder in rippenartigen Einfaltungen derselben.

Meist ziehen sie sich gleichweit, seltener mit verschiedener Weite, durch die ganze Höhe der Epidermis hindurch, sind nach dem Innern des Blattes zu offen, (wenn sie nicht zufällig durch eine Parenchymzelle geschlossen werden) nach aussen zu aber stets mit der Cuticula überspannt. Sie stehen also gar nicht mit der äusseren Luft in Verbindung und können daher auch keinesfalls eine den Spaltöffnungen ähnliche Function besitzen.

Für die Behauptung, dass diese Bildungen Intercellularlücken zwischen den Zellen der Oberhaut und durchaus nicht Oeffnungen in der Epidermis darstellen, sprechen folgende Gründe:

Untersucht man eine Epidermis mit derartigen Lücken, die etwas stark ausgeprägte Cuticularstreifungen besitzt, was ja bei den Blüthenblättern ziemlich häufig vorkommt, so sieht man bei verschiedener Einstellung stets ganz deutlich den Verlauf jener Streifen über die Lücken hinweg. Da diese Streifungen aber unzweifelhaft der Cuticula angehören, so ist auch bewiesen, dass dieselbe jene Lücken bedeckt. Als Beispiele will ich anführen: *Lythrum Salicaria* und *Clarkia pulchella.*

Zu demselben Resultate kommt man auch, wenn man die Cuticula durch Schwefelsäure isolirt. Stellten die betreffenden Bildungen wirkliche Oeffnungen in der Epidermis dar, so müsste die Cuticula nach ihrer Isolirung einem von unzähligen kleinen Löchern, wie mit Nadelstichen durchbohrten Blatt Papier gleichen. Dies ist aber durchaus nicht der Fall. Wir finden sie vielmehr als eine continuirliche, ununterbrochene Haut. Auch im Querschnitt, besonders wenn man denselben mit Jod behandelt, damit sich die Cuticula bräunt, kann man deutlich ihren Verlauf über diesen Lücken verfolgen.

In Bezug auf die Entwickelungsgeschichte dieser eigenthümlichen Intercellularräume ist zu sagen, dass man bei allen, mit Ausnahme der bei ganz geradwandigen Epidermiszellen vorkommenden (*Erythrina crista galli* und *Musa rosacea*), ihre Bildung aus Rippen, welche als Membranfaltungen zu betrachten sind, nachweisen kann. Diese Rippen spalten sich in einem gewissen Entwicklungsstadium, entweder von der Basis oder von der Spitze aus beginnend und nach der entgegengesetzten Seite zu fortschreitend. Oft setzt sich diese Trennung der Membranen, begünstigt durch das Abrundungsbestreben der Zellen selbst, zwischen die einzelnen Elemente der Epidermis fort, wodurch dann mehrere solcher Lücken zu einer einzigen verschmelzen können.

Ich habe bei einer bedeutenden Anzahl von Blüthenepidermen die Entwicklungsgeschichte möglichst genau verfolgt. So z. B. bei mehreren Arten von *Linum* und *Viola*, ferner bei *Lythrum*, *Nemophila insignis* und vielen anderen mehr.

Die Lücken bei geradwandigen Epidermiszellen entstehen stets durch das Abrundungsbestreben derselben und beginnen immer an den Berührungspunkten mehrerer Zellen unter einander. Ich habe sie nur bei *Musa rosacea* und *Erythrina crista galli* constatirt.

Für ganz dieselbe Bildung halte ich auch die von Milde und Kny am Mittelstück der geflügelten Blattstielbasis verschiedener Osmundaceen und an der Ligula von *Isoëtes lacustris* beobachteten Lücken zwischen den Epidermiszellen. Und nicht nur durch die Aehnlichkeit, die die fraglichen Gebilde mit den Intercellularlücken mancher Kronenblätter haben, sondern auch durch die Entwicklungsgeschichte derselben werden wir zu dieser Annahme geführt. Sie entstehen nämlich auch durch Spaltung knoten- oder rippenartiger Anschwellungen, welche ebenfalls wie bei den Blumenblättern Membranfaltungen darstellen. Es muss zwar zugegeben werden, dass über manche dieser Lücken die Cuticula nicht mehr hinwegzieht; dies ist aber kein wesentlicher Unterschied, sondern nur eine zufällige Erscheinung. Denn nur bei den grössten und ältesten der Lücken ist die Cuticula manchmal zerstört, während die jüngeren, welche durch die älteren, äusseren Blattstiele geschützt waren, fast stets von ihr bedeckt sind. Normaler Weise müssten alle diese Lücken von der Cuticula überspannt sein. Aber wie leicht kann diese, zumal sich die betreffenden Theile noch unter der Erde oder wenigstens direkt über dem Boden befinden, durch äussere Einflüsse, wie z. B. Druck oder Insektenfrass, zerstört werden. Hierfür spricht ausserdem noch der Umstand, dass oft ein Theil der Cuticula noch intact geblieben, während der andere unregelmässig eingerissen sein kann.

Noch möchte ich bemerken, dass diese Ueberspannung epidermaler Intercellularräume durch die Cuticula nicht nur bei den Blüthenblättern sich findet; auch bei der Epidermis der Samenschale von *Lupinus* ist eine derartige Bildung schon früher beobachtet worden. (Sempołowski, Beitrag zur Kenntniss der Samenschale.)

In einer grösseren, bereits im Oktober vorigen Jahres abgeschlossenen Arbeit: „Ueber die Epidermis der Blüthenblätter" bin ich näher auf den anatomischen Bau und die physiologische Bedeutung derselben eingegangen und es wird diese Abhandlung in nächster Zeit an einem anderen Orte veröffentlicht werden.

6. E. Koehne: Ueber Zellhautfalten in der Epidermis von Blumenblättern und deren mechanische Function.

(Mit Tafel II.)

Eingegangen am 25. Januar 1884.

Mit dem in der vorausgehenden Mittheilung von Herrn **Hiller** behandelten Gegenstande hatte ich mich schon im Sommer 1871 ziemlich eingehend beschäftigt, gelangte jedoch damals nicht zu einer ausführlichen Publication meiner Untersuchungen, weil dieselben noch nicht genügend zum Abschluss gekommen waren, seitdem aber andere Arbeiten meine Zeit vollständig in Anspruch nahmen. Nur ein Theil der Ergebnisse, zu denen ich gelangt war, wurde durch P. **Magnus**[1]) im Jahre 1876 in einer Arbeit über Einfaltungen der Zellmembran veröffentlicht, in welcher deren Verfasser die bekannten hierher gehörigen Bildungen in dem Parenchym der Coniferen-Nadeln und die von ihm selbst entdeckten in dem Parenchym von Gramineenblättern behandelt, ausserdem aber einige von **Hiller** nicht citirte Litteratur über Zellhautfaltungen besonders in Epidermiszellen zusammenstellt[2]). P. **Magnus** fand Zellhautfalten noch in der Epidermis der Blattoberseite von *Viburnum Lantana* L. Derselbe erinnerte auch an die bekannten durch **Pringsheim** entdeckten Erscheinungen in den Zellen von *Oedogonium*, mit welchen ich früher[3]) auch eigenthümliche linsenförmige, unter gewissen Bedingungen in Haare sich ausstreckenden Verdickungen in der Epidermis der Samenschalen von *Lythrum thesioides* M. B. verglichen habe. Endlich ist noch zu erwähnen, dass Herr N. **Pringsheim**, worauf derselbe mich gütigst aufmerksam gemacht hat, tief einspringende Verdickungsleisten in der Epidermis der Leguminosensamen schon 1848 nach ihrem Bau und ihrer Entwicklung untersucht und beschrieben

---

1) Verhandl. Botan. Vereins Brandenburg. XVIII. Jahrg. Abhandl. S. 90—94.

2) **Krocker**, De plantarum epidermide, Breslau 1838. (Epidermis der Blumenblätter von *Pelargonium spectabile* und *Agrostemma coronaria*). — **Nägeli** in Linnaea Bd. XVI, 1842, p. 248 ff. (Epidermiszellen des Ovariums von *Polemonium*, Wandungszellen der Antheridien der Characeae. Wärzchen im Innern der Wurzelhaare von *Marchantia polymorpha*). — F. **Cohn** in Abhandl. der Leopold. Akad. Bd. XXII, 1849, S. 512 ff. (Epidermis der Blumenblätter von *Raphanus sativus*, *Eruca sativa* und *Primula sinensis*; Querwände der Zellfäden mancher *Spirogyra*-Arten, z. B. *S. Weberi*). — P. **Magnus**, Die botan. Ergebnisse der Nordseefahrt vom 21. Juli bis 9. September 1872, Berlin 1874, S. 87 (Grundständige Fäden von *Callithamnion membranaceum*.)

3) Verhandl. Botan. Vereins Brandenburg. Bd. XIX, 1877, S. 52 f.

hat[1]), wobei unter Benutzung der Maceration mittelst Salpetersäure (erst später wurde von Schultze durch Hinzufügung des chlorsauren Kali dieses Verfahren verbessert) gezeigt wurde, dass in den untersuchten Fällen die Leisten nach der inneren Wand der Epidermiszelle hin völlig mit einander verschmelzen.

Was nun das Thatsächliche der Mittheilungen von Hiller betrifft, so bin ich seiner Zeit im Ganzen zu denselben Resultaten gelangt. Während jedoch von Hiller nur diejenigen Faltungen der Zellmembran berücksichtigt werden, welche zu einer Bildung von intercellularen Lücken geführt haben, glaube ich, dass man diese Lückenbildung nicht isolirt betrachten darf, sondern dass man sie nur als ein besonders ausgeprägtes Glied in einer ganzen Kette von Erscheinungen aufzufassen hat, die sich unter einen gemeinsamen Gesichtspunkt bringen lassen. Das erste Glied in dieser Kette wird gebildet von der blossen wellenförmigen Hin- und Herbiegung der Seitenwände der Epidermiszellen (Fig. 11); das zweite vom Auftreten pfeilerartiger Verdickungen auf denselben, sei es in Verbindung mit Wellen- und Zickzackbiegung der Seitenwände, wo dann die Verdickungen stets auf den vorspringenden Kanten stehen (Fig. 10, 14, 18, 24, 27, 28), sei es in Verbindung mit Geradwandigkeit der Seitenwände, welcher letztere Fall viel seltener ist (Fig. 13, 23); das dritte von der Erweiterung dieser Pfeilerverdickungen zu breiten, in das Innere des Zelllumens oft weit vorspringenden Leisten, und zwar unter denselben beiden Modificationen wie im vorhergehenden Falle (1. Modification Fig. 1, 12, 16, 19, 2. Modification Fig. 2, 15, 20, 21); das vierte von der Spaltung resp. Erweiterung dieser Leisten bis zur Entstehung von schleifenförmigen Bildungen (1. Modification Fig. 5, 6—9, 22, 25, 2. Modification Fig. 4, 26, 29). Uebergangsformen zwischen diesen verschiedenen Erscheinungen sind so häufig, dass ich mehrere der citirten Figuren wohl ebensogut an einer anderen Stelle hätte anführen können als oben geschehen ist. Die von Hiller hervorgehobene Thatsache, dass eine etwaige Streifung der Cuticula über die schleifenförmigen Intercellularlücken hinweg geht, findet ihre Illustration in meiner Fig. 26 (*Lythrum Salicaria* L.), und zwar in einer Ausbildung, die erkennen lässt, dass die Cuticula in gleichem Maase mit der allmählichen Entstehung der Lücken durch Flächenwachsthum über denselben sich vergrössert haben muss. Dieselbe Figur erläutert auch das Zusammenfliessen zweier Lücken zu einer einzigen. Es verdient noch hervorgehoben zu werden, dass, so viel ich mich erinnere, die in Rede stehenden Intercellular-Lücken niemals mit Luft gefüllt sind, sondern dass im Gegentheil ihre innere Ausfüllung mir oft einen ganz collenchymartigen Eindruck gemacht hat; so ganz besonders bei *Potentilla anserina* L. (Fig. 28), ebenso bei *Sambucus nigra* (Fig. 9), *Coronaria Flos Cumli* (Fig. 25) u. a.

---

[1] Pringsheim, De forma et incremento stratorum crassiorum in plantarum cellula observationes quaedam novae Dissert. inaug. Halae 1848. Auch in der Linnaea abgedruckt. Ein näheres Eingehen auf den Inhalt dieser Schrift muss ich ich mir leider versagen, um nicht den Umfang dieser Mittheilung zu sehr zu vergrössern.

Wenn ich nunmehr dazu übergehe, meine Beobachtungen in Form einer kurzen Uebersicht zusammenzustellen, so erachte ich es für zweckmässig, die untersuchten Pflanzen dabei nicht in systematischer Reihenfolge aufzuführen, da dem Vorkommen von Zellhautfalten in der Epidermis von Blumenblättern eine systematische Bedeutung in keiner Weise zuzuschreiben ist. Es ist vielmehr nothwendig, die Beobachtungen nach dem Grade der Ausbildung der Wandbiegungen, Pfeiler, Leisten und Schleifen zu ordnen.

I. Seitenwände gerade oder fast gerade und ohne jede Leistenbildung. *Allium Schoenoprasum* L., *Alectorolophus major* Rchb., *Cynanchum Vincetoxicum* R. Br., Strahlblüthen von *Bellis perennis* L., Scheibenblüthen von *Chrysanthemum Leucanthemum* L., *Senecio vulgaris* L., *Cucumis sativus* L., *Cochlearia Armoracia* L., *Dicentra spectabilis*, *Comarum palustre* L., *Robinia hispida*.

II. Seitenwände wellenförmig, selten zickzackförmig gebogen, aber ohne jede Leistenbildung. *Fritillaria imperialis* L., *Iris Pseudacorus* L., *Plantago media* L. Fig. 11, *Lamium album* L., *Nepeta Glechoma* Benth., *Veronica Chamaedrys* L., *Symphoricarpus racemosus* Michx., *Weigelia amabilis* L., *Lonicera Caprifolium* L., *Asperula odorata* L., *Galium Mollugo* L., *Campanula rotundifolia* L., Strahlblüthen von *Matricaria Chamomilla* L. und von *Chrysanthemum Leucanthemum* L., Scheibenblüthen von *Bellis perennis* L., (*Bellis* und *Chrysanthemum* verhalten sich demnach in Strahl- und Scheibenblüthen gerade entgegengesetzt), *Aquilegia vulgaris* L., *Ranunculus acer* L., *Raphanistrum Lampsana* Gaertn. Fig. 17, *Papaver Argemone* L., *Chelidonium majus* L., *Aegopodium Podagraria* L., *Anthriscus silvestris* Hoffm., *Stellaria glauca* With., *Trifolium montanum* L.

III. Wenig entwickelte Pfeiler (zuweilen in Bildung sehr kleiner Schleifen übergehend).

A. An geraden oder fast geraden Seitenwänden. *Myosotis hispida* Schl., *Paeonia officinalis* L. Fig. 13, *Cardamine pratensis* L. Fig. 14, *Dianthus Carthusianorum* L. Fig. 23.

B. Auf den ausspringenden Winkeln zickzackförmig gebogener Seitenwände. *Convolvulus sepium* L., *Valeriana officinalis* L., *Tragopogon pratensis* L. Fig. 10, *Lepidium sativum* L. Fig. 18, *Philadelphus coronarius* L., *Rubus caesius* L., *Rosa centifolia* L. Fig. 27.

IV. Breitere Leisten.

A. Auf geraden oder fast geraden Seitenwänden. *Myosotis palustris* L. Fig. 1, *M. silvatica* Hoffm. Fig. 2, *Verbena officinalis*, *Echium vulgare* L., *Raphanus sativus* L. Fig. 16 (verhält sich also ganz verschieden von *Raphanistrum Lampsana), Cheiranthus Cheiri* L. Fig. 15, *Hypericum perforatum* L. Fig. 20, *Erodium cicutarium* L'Hér. Fig. 21, *Geranium molle* L.

B. Auf den ausspringenden Winkeln zickzackförmig gebogener Seitenwände. *Primula chinensis* L., *Cynoglossum officinale* L., *Solanum Dulcamara* L., *Pentsctemon pubescens*, *Gentiana asclepiadea* L., *Vinca minor* L., *Scabiosa Columbaria* L., *Delphinium Consolida* L. Fig. 12, *Viola tricolor* L. Fig. 19, *Agrostemma Githago* L. Fig. 24, *Potentilla anserina* L. Fig. 28 (Leisten dick, von fast collenchymatischem Aussehen).

V. Schleifenbildungen (nur bei dem vorletzten Beispiel an geraden Seitenwänden.) *Phlox panniculata* Fig. 6, Unterlippe von *Stachys palustris* L. Fig. 7, 8a und 8b, *Sambucus nigra* L. Fig. 9, *Cerastium arvense* L. Fig. 22 (Schleifen sehr klein), *Coronaria Flos Cuculi* A. Br. Fig. 25, *Lythrum Salicaria* L. Fig. 27, *Pisum sativum* L. Fig. 29.

Zu dieser Uebersicht ist noch zu bemerken, dass ich die soliden Pfeiler und die Schleifen nicht immer mit Sicherheit habe auseinander halten können, und dass über diese Unterscheidung erneute Untersuchungen nothwendig sind; ferner, dass bei *Pisum sativum* die Schleifen nicht den Eindruck machen, als verbänden sie innere und äussere Wandung der Epidermiszelle mit einander, sondern als hätten sie die Gestalt eines kurzen, in das Zell-Lumen ragenden, die Aussen- und die Innenwand aber nicht berührenden Handschuhfingers; endlich dass die Leistenbildungen sich oft ganz auf die Unterseite des Blumenblattes beschränken, oder dass sie nur auf einem Theil der Blumenkrone ausgebildet sind, so z. B. bei *Stachys palustris* auf der Unterlippe sehr schön, auf der Oberlippe sehr wenig. Besonders betont muss auch der Umstand werden, dass die Falten auf der gemeinsamen Wand benachbarter Zellen mit einander abwechseln oder nur zufällig einander gegenüberstehen, während bei Verdickungsleisten gewöhnlicher Art das Gegenüberstehen der Leisten, sowohl wie der dazwischen übrig bleibenden Tüpfel oder Poren die Regel ist. Durch diesen Gegensatz unterscheiden sich z. B. meine Figuren von den meisten bei Pringsheim (l. c.) zu findenden.

Ueber die Function der besprochenen Erscheinungen hat Hiller sich nicht geäussert. Cohn in der oben citirten Abhandlung sagt (S. 529) dass die Faltenbildung dem ungleichmässigen Wachsthum von Epidermis und Blattdiachym zuzuschreiben sei, indem erstere sehr stark, letzteres sehr wenig wachse, dass demzufolge die übermässig wachsenden Wände der Epidermiszellen sich wellenförmig biegen und falten müssten, und dass daher die Faltungen besonders bei zarten weissen, blauen oder blassrothen Blumenblättern vorkämen, die Diachym enthalten. Die von mir angeführten Beispiele zeigen ohne weiteres, dass an der Faltenbildung auch gelbe Corollen betheiligt sind. Ohne Weiteres leuchtet auch ein, dass die Cohn'sche Erklärung der Erscheinung durch übermässiges Wachsthum der Epidermis nicht zutreffend ist, da es sich ja nur um ein übermässiges Wachsthum der Seitenwände der einzelnen Epidermiszellen handeln könnte. Auch ist die Erklärung, die Cohn giebt, eigentlich keine Erklärung, da sie genau genommen nur eine Thatsache feststellen würde, während die wirkliche Erklärung für das Vorhandensein der Falten erst gegeben ist, wenn man die Function derselben kennt.

Ich glaube nun, dass diese Function nur eine mechanische sein kann. An sich würden die Seitenwandungen jeder Epidermiszelle allein schon einen cylindrischen oder prismatischen aber sehr weiten Hohlträger vorstellen. Biegen sich aber die Seitenwände noch wellenförmig, so wird ihre Tragkraft nicht allein beträchtlich erhöht, sondern es wird auch der in der Mitte der Zelle gelegene, grosse Flächenraum, der nicht durch nahe benachbarte Seitenwände gestützt ist, bedeutend verkleinert, so dass dadurch ein Collabiren der Zelle erschwert wird. Eine Vergrösserung der Tragkraft der Seitenwände wird natürlich durch die pfeilerartigen Verdickungen (wie in Fig. 13) ebenfalls herbeigeführt, in höherem Grade aber durch die weit vorspringenden Leisten (Fig. 21), durch welche ausserdem ganz ebenso wie durch die wellenförmigen Biegungen der Seitenwände eine Verkleinerung der ungestützten Theile der Zellen-Aussenwand herbeigeführt wird; ferner in noch höherem Grade durch Combination der wellenförmigen Biegungen mit Pfeiler- oder Leistenbildung (Fig. 28). Jede Leiste bildet offenbar mit den benachbarten Theilen der Epidermis-Seitenwand einen im Querschnitt T-förmigen oder Y-förmigen Träger und stellt eine Art Strebepfeiler dar. Die höchste Tragfähigkeit endlich wird man den durch Spaltung zu Schleifen aufgelösten Zellhautfalten zusprechen müssen, da diese letzteren als hohlcylindrische, oft weit in das Zell-Lumen vorspringende Träger von grosser Tragkraft verbunden mit grosser Leichtigkeit angesehen werden können (Fig. 26).

Es ist aber noch ein zweiter Punkt zu berücksichtigen. Denkt man sich nämlich, dass irgend eine Kraft biegend auf ein Blumenblatt wirkt, so wird in der Biegungslinie stets eine ansehnliche Anzahl der T- oder Y-förmigen oder hohlcylindrischen Träger liegen, welche der Biegung Widerstand entgegensetzen, was bei den hohlcylindrischen Trägern ohne weiteres und bei den leistenförmigen durch die Ueberlegung einzusehen ist, dass jeder derselben mit den benachbarten Theilen der Epidermis-Aussenwand und -Innenwand zusammen einen I-förmigen Träger bildet. Ich möchte sogar glauben, dass die Function der Zellhautfalten, der Verbiegung der Blumenblätter Widerstand entgegenzusetzen, die wichtigste ist, denn in Verfolgung dieses Gedankens kann man schliessen, dass die Falten, sobald sie beginnen sich auszubilden, geradestreckend auf die Blumenblätter wirken müssen. Ist diese Ueberlegung richtig, so müssen die Faltenbildungen erst zu demjenigen Zeitpunkt erscheinen, wo die Blumenblätter sich auszubreiten und geradezustrecken anschicken. Hierfür spricht nun in der That eine von mir 1871 an *Myosotis silvatica* angestellte Beobachtung, da hier der Saum der Blumenkrone, wenn die letztere noch in der Knospe eingeschlossen ist, Epidermiszellen mit völlig geraden und faltenlosen Seitenwandungen aufweist und die ersten Anfänge der Faltenbildung (Fig. 3) erst zeigt, wenn die Corolle eben aus dem Kelche hervorzutreten beginnt. Dazu kommt, dass die Epidermis der Blumenkronenröhre an der Basis, also da, wo aussen der Kelch, innen der Fruchtknoten stützend eingreifen, stets gerad- und glattwandige Zellen besitzt, höher hinauf bis zum Saume hin aber Zellen mit wellenförmig gebogenen, faltungslosen Seitenwänden erhält.

Ich glaube hiernach die Ueberzeugung aussprechen zu dürfen, dass eine fruchtbare Behandlung der von mir zusammengefassten Erscheinungen nur möglich sein wird, wenn man bei der Untersuchung den mechanischen Gesichtspunkt niemals aus dem Auge verliert. Es wird also in jedem einzelnen Falle zu prüfen sein, in wiefern das Auftreten besonders auffallender Hautfalten durch die Beschaffenheit der Blumenblätter oder durch sonstige Umstände verschiedener Art bedingt ist, und welches die Gründe sind, die einer ganzen Anzahl von Pflanzen die besprochene Faltenbildung in den Petalen entbehrlich machen.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. *Myosotis palustris.*
„ 2. „ *silvatica.*
„ 3. „ „ , Zelle von einer eben aus dem Kelch hervortretenden Corolle, mit Kalilauge und Salzsäure behandelt.
„ 4. *Myosotis silvatica*, etwas ältere Zelle, mit Kalilauge behandelt.
„ 5. *Myosotis silvatica.*
„ 6. *Phlox panniculata.*
„ 7, 8a, 8b. *Stachys palustris.*
„ 9. *Sambucus nigra.*
„ 10. *Tragopogon pratensis.*
„ 11. *Plantago media.*
„ 12. *Delphinium Consolida.*
„ 13. *Paeonia officinalis.*

Fig 14. *Cardamine pratensis.*
„ 15. *Cheiranthus Cheiri.*
„ 16. *Raphanus sativus.*
„ 17. *Raphanistrum Lampsana.*
„ 18. *Lepidium sativum.*
„ 19. *Viola tricolor.*
„ 20. *Hypericum perforatum.*
„ 21. *Erodium cicutarium.*
„ 22. *Cerastium arvense.*
„ 23. *Dianthus Carthusianorum.*
„ 24. *Agrostemma Githago.*
„ 25. *Coronaria Flos Cuculi.*
„ 26. *Lythrum Salicaria.*
„ 27. *Rosa centifolia.*
„ 28. *Potentilla anserina.*
„ 29. *Pisum sativum.*

Sitzung vom 29. Februar 1884.

Vorsitzender: Herr A. W. Eichler.

Zu ordentlichen Mitgliedern werden proklamirt die Herren:

Čelakovsky, Dr. **L.**, Professor in Prag, Korngasse 45.
Schinz, Dr. phil. in Zürich.
Jean Dufour, Dr. phil. in Lausanne, Avenue de Rumine.
Theodor Schuchardt, Dr. phil., Direktor der Chemischen Fabrik in Görlitz.

Zum ausserordentlichen Mitgliede wird proklamirt:

Herr Dr. **Savastano**, Scuola superiora di Agricoltura in Portici.

Als ordentliche Mitglieder sind vorgeschlagen die Herren:

Dr. **Theodor** Ritter **von Weinzierl**, Privatdozent an der k. k. Hochschule für Bodenkultur in Wien (durch Wiesner und Eichler).
Dr. **Heinrich Mayr**, Assistent an der k. forstlichen Versuchsanstalt zu München (durch Frank und Eichler).
Dr. **Falkenberg**, Professor der Botanik in Göttingen (durch Reinke und Eichler).
Koch, Apotheker in Göttingen (durch Reinke und Frank).

Als ausserordentliche Mitglieder sind vorgeschlagen die Herren:

Dr. **H. Vonhöne**, Gymnasiallehrer in Papenburg, Prov. Hannover (durch Zimmermann und Westermaier).
Carl Osterwald, Gymnasiallehrer in Berlin N., Kesselstr. 32, III. (durch Zimmermann und Westermaier).

Mittheilungen.

7. A. Famintzin: Studien über Crystalle, Crystallite und künstliche Membranen.

Eingegangen am 8. Februar 1884.

Den jetzt herrschenden Ansichten nach stellen die Crystalle und die organisirten Gebilde zwei ganz verschiedene Arten von Körpern dar, welche durch keine Uebergangsformen verbunden werden. (Die Crystalloide der Eiweisskörper werden zu den organisirten Gebilden gerechnet.)

Nach Nägeli, dem sich Sachs anschliesst, bieten die organisirten Gebilde einen ganz eigenthümlichen, molecularen Bau dar, in Folge dessen sie in Wasser aufquellen, beim Eintrocknen aber auf ihr früheres Volumen zusammensinken, während echte Crystalle sich in Flüssigkeiten lösen oder gar nicht angegriffen werden.

Um die Richtigkeit dieser Schlüsse zu prüfen, habe ich nach zwei Richtungen Untersuchungen angestellt: 1. war ich bemüht, aus unorganischem Material, ausserhalb der Zelle, eine quellbare, diosmirende Membran darzustellen; 2. habe ich nach Uebergangsformen zwischen typischen Crystallen und den organisirten Gebilden gesucht, in der Hoffnung, mittelst bis jetzt unbekannt gebliebenen Formen diese beiden Arten von Körpern zu verbinden.

Eine allen Aufforderungen entsprechende Membran habe ich aus Kieselsäure dargestellt. Ich liess 50 *cc* des käuflichen flüssigen Natronglases in 5 *ccm* concentrirter Salzsäure tropfenweise fallen und brachte die so erhaltene Lösung auf den Dialisator. Nach 48 Stunden waren sowohl das Chlornatrium als die Salzsäure aus der Lösung fast spurlos verschwunden. Ich goss nun die Lösung in dünner Schicht auf Quecksilber, wo sie, der freiwilligen Verdunstung überlassen, zu einer glashellen, vollkommen durchsichtigen Membran erstarrte, deren Consistenz, je nach dem Grade des Wasserverlustes, von der gelatinösen bis zu der des Glases variirte. Die so erhaltene Membran verkleinerte sich äusserst beträchtlich an der Luft; ins Wasser gebracht, zeigte sie dagegen eine ganz deutliche (bis 5 pCt.) Quellung, obwohl sie dabei bei Weitem ihr früheres Volumen nicht erreichte. Mittelst schwacher Kalilösung konnte ein viel grösseres Aufquellen hervorgerufen werden, nach welchem aber gewöhnlich eine vollständige Auflösung der Kieselsäure folgte.

Die Kieselsäuremembran zeigte sich den organisirten Gebilden, der Zellmembran und den Stärkekörnern noch in den zwei folgenden Eigenschaften ähnlich: 1. diosmirte sie wie pflanzliche Membranen, und 2. verhielt sie sich gegen Fuchsin und Karminlösung der letzteren gleich, indem sie das Fuchsin mit Begierde einsog und sich damit intensiv färbte, gegen Karminlösung sich dagegen vollkommen indifferent verhielt. Demnach kann jetzt das Aufquellen in Wasser nicht mehr als den organisirten Gebilden allein gehörendes Kennzeichen angesehen werden; aller Wahrscheinlichkeit nach ist es dagegen, meinen Versuchen zufolge, als eine allen colloidalen Körpern zugehörige Eigenschaft zu betrachten.

Was den zweiten Punkt anbelangt, nämlich das Aufsuchen der Uebergangsformen zwischen Crystallen und organisirten Gebilden, so gehört hierher, ausser den in den letzten Monaten gemachten Versuchen, noch meine im Jahre 1869 in den Verhandlungen des naturhistorischen Vereins in Heidelberg publicirte Arbeit: „Ueber amylumartige Gebilde des kohlensauren Kalkes“. Hier will ich mich nur mit der Hinweisung auf diese Arbeit begnügen und gehe jetzt zur Beschreibung der in der letzten Zeit erhaltenen Resultate über.

Den Gegenstand der Untersuchung bildeten meistentheils crystallinische Niederschläge, die sich aus einer Lösung, welche auf je 2 *ccm* Wasser 0,9 *g* phosphorsaures Kali und 0,8 *g* der schwefelsauren Magnesia enthielt, unter verschieden äusseren Umständen absetzten. Wenn man die so erhaltene Lösung ein paar Tage ruhig stehen lässt, so scheidet sich ein kleiner Theil von Crystallen aus. Die zurück gebliebene gesättigte Lösung wird mit gleichem Volumen concentrirten Glycerin vermischt, welches nach kurzer Zeit einen beträchtlichen crystallinischen Niederschlag hervorruft. Letzterer besteht ausschliesslich aus Crystallen des rhombischen Systems, welche Combinationen der rhombischen Pyramide mit Macro und Brachy-Pynacoid darstellen, zu welchen sich öfters noch das rhombische Prisma hinzugesellt. An diesen, auf ihre chemische Zusammensetzung noch nicht näher untersuchten Crystallen sind die meisten der folgenden Beobachtungen angestellt.

Die Form der crystallinischen Gebilde erwies sich in hohem Grade von den äusseren Bedingungen der Crystallisation abhängig. Indem unter dem Deckglase meistentheils ganz normale (oder nur theilweise abgerundete) Crystalle sich ausbildeten, erschienen im unbedeckten Tropfen den Crystallen entsprechende, aber vollkommen abgerundete Formen (Crystallite), ohne Spur von Ecken und Kanten. Die meisten von ihnen wiesen diese Form von Anfang an auf und behielten sie während ihres ganzen Wachsthums bis zur vollkommenen Entwickelung bei. Im polarisirten Lichte verhielten sie sich den echten Crystallen vollkommen ähnlich; desto bemerkenswerther ist es, dass beim Versetzen der sie umgebenden halbflüssigen Masse mit concentrirtem Glycerin diese Crystallite nahe ihrer Oberfläche concentrische Schichten erblicken liessen. Neben den echten Crystallen bildeten sich öfters Drillinge in grosser Menge, denen entsprechend in unbedeckten Tropfen abgerundete Gebilde erschienen.

Was die echten Crystalle betrifft, so habe ich das Heranwachsen der hemimorphen Formen und der Drillinge Schritt für Schritt verfolgt; ausserdem ist es mir gelungen, ein zweifaches Wachsthum der Crystalle, nämlich sowohl mittelst glatter Flächen, als auch durch allmähliches Zusammenschmelzen vieler selbständig wachsenden, spitzen Hervorragungen, direct zu beobachten. Die interessanteste Erscheinung aber bot die von mir entdeckte, mit theilweiser Auflösung verbundene Theilung der Crystalle in zwei symmetrische Hälften, deren jede wieder zu einem vollständigen Crystall sich unter gewissen Umständen heranbilden konnte. Es gelang mir, nach Belieben die Crystalle intact zu erhalten, oder sie in Theilung zu versetzen; um Letzteres zu erzeugen, genügte ein fünfmaliges Anhauchen der Crystalle; die Theilung begann sofort und war im Verlauf von wenigen Minuten vollendet. Da die gesonderten Theile durch das Hinzufügen von einem Tropfen frischer Lösung zu vollständigen Crystallen heranwuchsen, so lässt sich, meiner Ansicht nach, dieser Prozess als eine Vermehrung der Crystalle durch Theilung deuten.

Die mit krummen Flächen und Linien begrenzten Crystallite konnten noch auf folgende Art erhalten werden: Ich erwärmte auf einem Glasplättchen einen aus gleichen Theilen des Glycerins und der Salzlösung zusammengesetzten, unbedeckt gelassenen Tropfen während 3 bis 15 Minuten auf dem Wasserbade, worauf ich ihn sofort mit einem Deckglase bedeckte. Während des Erwärmens wurde der Tropfen ganz trübe und erschien unter dem Mikroskop mit einer unzähligen Menge punktförmiger, kaum sichtbarer Körperchen seiner ganzen Dicke nach durchsäet.

Nach dem Erkalten klärte sich der Tropfen ganz allmählich und wurde nach einiger Zeit wieder wasserhell. Jetzt erst erschienen an durchsichtig gewordenen Stellen des Tropfens die ersten Spuren von Crystalliten; diese entwickelten sich nun unter meinen Augen ganz allmählich, theilweise zu den oben beschriebenen ovalen Gebilden, theilweise aber zu solchen Formen, welche den in den Milchsaftgefässen der *Euphorbia* vorhandenen Stärkekörnern vollkommen glichen.

Ganz merkwürdige, den Drillingen entsprechende Crystallite habe ich in unbedeckten, der freiwilligen Verdunstung überlassenen Tropfen der oben angeführten Salzmischung (ohne Glycerin) beobachtet. Besonders auffallend erwies sich die Abhängigkeit ihrer Form von der Lage der ihre drei Plättchen durchsetzenden Axe; die mit horizontal gerichteter Axe versehenen Drillinge boten nichts Bemerkenswerthes dar, diejenigen dagegen, deren Axe eine schiefe oder verticale Stellung einnahm, zeigten constant einen grellen Unterschied in der Form und Structur ihrer oberen und unteren Hälften. Die obere Hälfte bildete eine sechsstrahlige, das Licht viel stärker brechende Masse dar; die untere dagegen erschien bald der Länge nach in mehrere Theile gespalten, welche nach allen Seiten strahlenartig hervorragten und mit ihren unteren Enden dem Glase anhafteten, so dass das ganze Gebilde einem *Geaster* ähnlich erschien.

Indem ich die Beschreibung einiger anderer der noch erhaltenen Crystallite übergehe, will ich meine vorläufige Mittheilung mit der Bemerkung schliessen, dass schon aus diesen wenigen Zeilen mit grosser Evidenz folgt, dass es wohl der Mühe lohnt, nach Uebergangsformen zwischen den Crystallen und organisirten Gebilden zu suchen, besonders da das alleinige, auf den molecularen Bau gegründete und als für die letzteren allein characteristisch hingewiesene Kennzeichen, nämlich das Aufquellen in Wasser, meinen Untersuchungen nach nicht mehr als stichhaltig angesehen werden darf.

8. H. Moeller; Ueber Pflanzenathmung.

Eingegangen am 10. Februar 1884.

I.

Das Verhalten der Pflanzen zu Stickoxydul.

In der Litteratur finden sich mehrfache Angaben über das Verhalten der Pflanzen im Stickoxydul, von Kabsch, Borsczow, Rischawi und Cossa, von denen die drei ersteren auf Grund ihrer Versuche behaupten, dass die Pflanzen das Stickoxydul durch Athmung zersetzen könnten, beziehungsweise in demselben ihre Reizbarkeit behielten, während schon Cossa fand, dass Keimung in diesem Gase nicht Statt habe. Neuerdings hat nun Detmer[1]), (welcher auch die vorhandene, einschlägige Litteratur kritisch behandelt, auf die ich hier verweise), die Frage wieder aufgenommen, und an der Hand einer Reihe von Versuchen nachgewiesen, dass die Samen von *Pisum sativum* und *Triticum vulgare* im Stickoxydul nicht keimen, dass kein Längen-

---

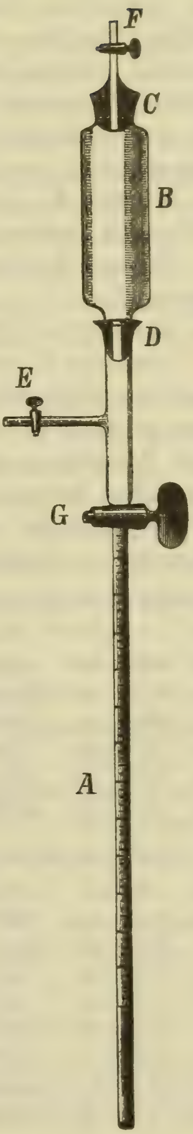
1) Detmer, Ueber die Einwirkung verschiedener Gase, insbesondere des Stickoxydulgases auf Pflanzenzellen. Landw. Jahrbücher 1882, S. 213 ff.

zuwachs der Keimtheile eintritt und heliotropische Krümmungen, sowie das Ergrünen etiolirter Pflanzentheile nicht stattfindet. Detmer hat ferner durch einen besonderen Versuch nachzuweisen gesucht, dass das Stickoxydul nicht für die Athmung verwendbar ist, nachdem er darauf aufmerksam gemacht hat, dass aus Rischawi's Versuchen, welche beim Verweilen von Pflanzen in jenem Gase eine Volumenzunahme durch Kohlensäure ergaben, mit Berücksichtigung der intramolekularen Athmung ein sicherer Schluss nicht zu ziehen sei. Er hat zu diesem Zweck eine Retorte *a* mit ausgekochtem Wasser gefüllt und N_2O eingeleitet; eine Retorte *b* mit Wasser gefüllt, N_2O eingeleitet und 20 Erbsenkeimlinge eingeführt, und eine Retorte *c* mit Luft und 20 Keimlingen gefüllt und alle 3 Retorten mit Quecksilber abgesperrt 20 Stunden stehen gelassen und dann unter Wasser gebracht. Die Retorten *a* und *b* waren dann nach einiger Zeit fast völlig mit Wasser gefüllt (die bleibende Gasmenge betrug z. B. nur 2,5 *ccm*), in der Retorte *c* war noch ein sehr grosses Gasquantum vorhanden. Hieraus folgert Detmer, dass eine Verathmung des Gases in *b* nicht Statt gefunden habe. Die Grösse der Retorten ist leider nicht angegeben, ebensowenig, ob und wie das restirende Gasvolum gemessen wurde, von dem Detmer noch angiebt, dass es bald in *a*, bald in *b* grösser gewesen sei. Ferner scheint derselbe sich von der Sauerstoffreinheit des angewandten N_2O nicht im einzelnen Falle durch besondern Versuch überzeugt zu haben, was um so nothwendiger erscheint, als 2 Waschflaschen vorgelegt waren, aus denen ein unverhältnissmässig grosses Luftvolumen vorher auszutreiben war. Es ist ferner die normal verathmete Sauerstoffmenge für die Athmung im N_2O nicht massgebend, da hier die Athmungsintensität eine geringere sein kann. Nachalledem scheint mir der Versuch von Detmer für die Frage über die Verathmung des N_2O nicht streng beweisend zu sein. Da es mir aber für weitere Untersuchungen wesentlich war, gerade hierüber völlige Sicherheit zu haben, so habe ich mich nach einer exakten Methode umgesehen, welche es gestattet, gasometrisch und quantitativ die Athmungsgase zu untersuchen. Zur Absorption wählte ich zunächst Alkohol, für welchen allerdings ein geringerer Unterschied der Absorptionscoëfficienten der hier in Frage kommenden Gase, Stickstoff und Stickoxydul besteht, dagegen ein absolut grösseres Absorptionsvermögen, welches also die zu messenden Volumina vergrössert und damit grössere Genauigkeit bietet. Ich habe ferner einen Apparat[1]) construirt, wie ihn die beigefügte Figur zeigt, welcher es gestattet, von den Athmungsgasen direkt einen Theil zur gasometrischen Untersuchung zu verwenden. Die Röhre *A* von Barometerlänge ist in Zehntel Cubikcentimeter eingetheilt und von den anderen Theilen des Apparates

---

1) Derselbe ist von Ch. F. Geissler Sohn hier angefertigt.

durch einen Hahn *G* abzuschliessen. Bei *D* ist das Gefäss *B* eingeschliffen, welches oben durch den gleichfalls eingeschliffenen Hohldeckel *C* mit Hahn geschlossen wird. Seitlich ist an *A* oberhalb des Hahnes *G* noch ein Rohr mit Hahn *E* angeschmolzen. Beim Beginn des Versuchs wird zunächst das Gefäss *B* abgenommen, in dasselbe in kleines Becherglas mit einer genügenden Menge Kalilauge zur Absorption aller ausgeschiedenen CO^2 und zur Seite desselben auf feuchter Glaswolle das zu untersuchende Pflanzenmaterial (in diesem Falle Keimlinge von *Vicia faba*) eingeführt, und das Gefäss durch den Deckel *C* geschlossen. Dann stellt man die Röhre *A* in ein Gefäss mit Quecksilber und saugt dasselbe unter Neigen der bei *D* mit dem Daumen verschlossenen Röhre mit Hülfe einer an *E* angefügten Wasserstrahlluftpumpe bis über den Hahn *G*, welcher dann geschlossen wird. Darauf wird das Gefäss *B* bei *D* eingesetzt und durch dasselbe in der Richtung von *E* nach *F* Stickoxydul geleitet bis alle Luft ausgetrieben ist. Nun wird nach Verschluss von *E* und *F* der Hahn *G* geöffnet und das Quecksilber sinkt in der Röhre *A* in Folge der Tension des in *B* enthaltenen Gases bis ca. 10 *cm* über das äussere Quecksilberniveau. In dieser Stellung bleibt der Apparat bis zur Beendigung des Versuches, welche einfach durch Schliessen des Hahnes *G* erfolgt, worauf man nach Oeffnen von *E* oder *F* das Gefäss *B* abnimmt. In *A* ist jetzt ein Theil des gesammten mit den Pflanzentheilen in Berührung gewesenen Gases von derselben Zusammensetzung enthalten, dessen Volumen, Druck und Temperatur gemessen wird.



Das Ablesen selbst erfolgt an einer, auf einen Spiegelglasstreifen in $\frac{1}{2}$ *mm* eingetheilten Millimeterscala, welche neben dem Rohr *A* aufgestellt ist, mit Hülfe eines am Stativ verschiebbaren Fernrohrs mit Fadenkreuz. Es wird dann in das Rohr *A* ein bestimmtes Volumen Alkohol eingeführt, und durch dasselbe zwei Stunden lang das Gas absorbiren gelassen, wobei während dieser Zeit zur Beförderung der Absorption viermal durch Neigen der Röhre die Wände auf grössere Strecken mit dem Alkohol benetzt werden. Nach Ablauf der Zeit ergiebt eine neue Messung das zurückbleibende Volumen und damit die Menge des absorbirten Gases.

Versuch 1. In das Gefäss *B* wird ein Becherglas mit Kalilauge und befeuchtete Glaswolle eingeführt, und der Apparat mit Stickgas gefüllt. Nachdem dann der Hahn *G* geöffnet war, wurde eine Stunde gewartet, während welcher Zeit die etwa vorhandene Kohlensäure absorbirt sein musste. Alsdann wurde der Hahn *G* wieder geschlossen, das in *A* enthaltene Gas gemessen und 8,85 *ccm* Alkohol hinzutreten gelassen, nach zwei Stunden wieder abgelesen.

Versuch 2. Anordnung und Dauer dieselbe. 9,1 *ccm* Alkohol zur Absorption verwandt.

Versuch 3. Der Apparat mit Stickoxydul gefüllt. 8,5 *ccm* Alkohol angewandt.

Versuch 4. Füllung mit Stickoxydul. 8,8 *ccm* Alkohol.

Versuche 5 und 6. In den Apparat *B* wurden jedesmal 6 Keimlinge von *Vicia faba*, deren Wurzel ungefähr 1 *cm* lang war, ohne Testa gebracht und 48 Stunden in einer Stickoxydulatmosphäre belassen. Nach Beendigung der Versuche wurden 8,5 resp. 8,9 *ccm* Alkohol zum Absorbiren benutzt.

Im folgenden sind die Rechnungselemente[1]) und Resultate der Versuche 1—6 angegeben.

Vor der Absorption

	V. 1.	V. 2.	V. 3.	V. 4.	V. 5.	V. 6.
v =	60,35 *ccm*	60,10 *ccm*	61,05 *ccm*	60,95 *ccm*	60,65 *ccm*	60,20 *ccm*
b =	763,2 *mm*	765,0 *mm*	763,8 *mm*	752,1 *mm*	767,2 *mm*	755,2 *mm*
b' =	138,5 *mm*	139,5 *mm*	132,0 *mm*	133,5 *mm*	135,0 *mm*	141,5 *mm*
b'' =	16,76 *mm*	16,45 *mm*	15,94 *mm*	16,25 *mm*	16,01 *mm*	16,04 *mm*
t =	19,4 ° C.	19,1 ° C.	18,6 ° C.	19,1 ° C.	20,0 ° C.	18,7 ° C.
v' =	45,07 *ccm*	45,02 *ccm*	46,32 *ccm*	45,13 *ccm*	45,83 *ccm*	44,31 *ccm*

Nach der Absorption

	V. 1.	V. 2.	V. 3.	V. 4.	V. 5.	V. 6.
V =	56,58 *ccm*	56,50 *ccm*	47,3 *ccm*	47,25 *ccm*	47,25 *ccm*	46,25 *ccm*
B =	763,4 *mm*	764,2 *mm*	761,7 *mm*	750,6 *mm*	768,0 *mm*	753,7 *mm*
p_q =	77,0 *mm*	76,0 *mm*	188,0 *mm*	185,5 *mm*	187,5 *mm*	195,5 *mm*
p_a =	5,87 *mm*	5,99 *mm*	5,66 *mm*	5,86 *mm*	5,66 *mm*	5,31 *mm*
p^t =	41,45 *mm*	41,21 *mm*	39,05 *mm*	41,45 *mm*	42,47 *mm*	39,53 *mm*
t =	19,0 ° C.	18,9 ° C.	18,0 ° C.	19,0 ° C.	19,4 ° C.	18,2 ° C.
V' =	44,69 *ccm*	44,56 *ccm*	30,89 *ccm*	30,10 *ccm*	30,90 *ccm*	29,29 *ccm*
$v' - V'$ =	0,38 *ccm*	0,46 *ccm*	15,43 *ccm*	15,03 *ccm*	14,93 *ccm*	15,02 *ccm*

Wie aus der Tabelle zu ersehen ist, stimmen die Resultate der Versuche 5 und 6 so vortrefflich mit denen von 3 und 4 überein, dass mit Sicherheit dargethan ist, dass durch das 48 stündige Verweilen der

---

[1]) Die Gasvolumina wurden auf 0 ° C. und 0,760 m Barometerstand reducirt nach den Formeln $v' = \frac{v}{1 + 0{,}00366\, t^0} \cdot \frac{b - b' - b''}{0{,}760}$ und $V' = \frac{V}{1 + 0{,}00366\, t^0} \cdot \frac{B - p_q - p_a - p_t}{0{,}760}$ cfr. Bunsen, Gasometrische Methoden, p. 44 und 106.

Keimpflanzen im Stickoxydul eine Zersetzung desselben nicht stattgefunden hat.

Zu Herstellung von N_2O habe ich in den obigen wie den folgenden Versuchen gleich Detmer das reine salpetersaure Ammoniak benutzt. Ein Waschen des Gases schien mir überflüssig, da seine Verwendung in der Zahntechnik bei dieser Herstellung den Ausschluss schädlicher Gase verbürgt, nur habe ich in einem kleinen vorgelegten Kölbchen das stark sauer reagirende Condensationswasser aufgefangen. Bei jedem Versuch habe ich hinter den Apparat ein Gefäss eingeschaltet, in welchem eine Phosporstange aufgehangen war und so lange N_2O durchgeleitet, bis in dem letzteren Gefäss keine Nebelbildung mehr erfolgte. Ich habe dann noch einige Versuche angestellt, welche lediglich die von Detmer erhaltenen Resultate bestätigen.

Versuch 7. In einer Waschflasche wurden 4 Keimlinge von *Vicia faba* ohne Testa, auf deren Wurzeln in der Länge von 1 *cm* Marken mit Tusche angebracht waren, so auf befeuchtete Glaswolle gelegt, dass die Wurzeln möglichst horizontal gerichtet waren, und das Gefäss mit N_2O gefüllt. Auf der einen Seite konnte das Gefäss durch einen Glashahn geschlossen werden, auf der andern Seite verband es ein Dreiweghahn entweder mit dem Phosphorgefäss oder mit einer durch Quecksilber abgesperrten Röhre. Dauer des Versuchs 48 Stunden. Dann zeigten 3 Wurzeln keine geotropische Krümmung und zwei derselben keine, die dritte 2 *mm* Längenzuwachs. Dagegen hatte die vierte Wurzel bei einem Zuwachs von 8 *mm* eine starke Krümmung ausgeführt, Es war hier offenbar die Diffusion[1]) von Luft aus den Cotyledonen in das Stickoxydul nicht ausreichend gewesen, so dass noch zum Wachsthum genügend Sauerstoff zur Verfügung stand. Vier Controllepflanzen waren nach dem Versuche 13, 21, 31, 40 *mm* lang und stark gekrümmt.

Versuch 2. Der vorige Versuch wurde wiederholt mit der Abänderung, dass eine Stunde lang, nachdem schon der Apparat sauerstofffrei war, N_2O durchgeleitet wurde, um die Diffusion möglichst zu fördern. Nach 44 St. war keine Wurzel gekrümmt, nur eine 2 *mm* gewachsen. Die in Luft gehaltenen Wurzeln waren stark gekrümmt und 22, 25, 30 und 32 *mm* lang. Bemerken will ich noch, dass die in diesen zwei Versuchen verwandten Keimlinge, wie die bei den vorhergehenden Athmungsversuchen benutzten, trotz des zweitägigen Aufenthaltes im N_2O, sich sämmtlich nachträglich in Wassercultur zu kräftigen Pflanzen entwickelten.

Versuch 3. Kressensamen, welcher eine Stunde gequollen hatte, wurde 3 Tage im N_2O gehalten, ohne zu keimen, während gleichzeitig in Luft befindlicher sich zu Pflanzen von ca. 1 *cm* Länge mit 2—3 *cm* langen Wurzeln entwickelt hatte. Zwei Stunden nach Beendigung des Versuches war bei den meisten in N_2O gewesenen, dann an die Luft

---

1) Die Diffusionsconstante von Luft gegen N_2O ist vermuthlich ebenso klein, wie die von Luft gegen CO_2.

gebrachten Samen das Würzelchen durchgebrochen. Es hatte also auch der 3 tägige Aufenthalt im N_2O die Keimfähigkeit nicht beeinträchtigt.

Versuch 4. Unter zwei gleich grosse Glocken von ungefähr 250 *ccm* Inhalt wurden je zwei Gelatine-Culturen von *Phycomyces nitens*, ungefähr 1 *cm* hoch, in N_2O, bez. Luft gebracht. Nach 24 St. war der in Luft befindliche Pilz um mehr als die gleiche Länge gewachsen und stark heliotropisch gekrümmt, während der in N_2O befindliche weder Zuwachs noch Krümmung zeigte. Nach weiteren 24 St. hatte ersterer eine Länge von 3—4 *cm*, der letztere war collabirt.

Ich habe ferner noch die Wirkung des N_2O auf das Protoplasma, bezw. seine Strömungen einer Untersuchung unterzogen, zu welchem Zwecke ich *Elodea* benutzte, bei welcher die Protoplasmaströmungen durch die Lagenveränderung der Chlorphyllkörner und ihr Treiben im Strome so leicht zu beobachten sind. Die Stücke eines Blattes wurden in den hängenden Tropfen eines Deckgläschens gebracht und letzteres mit Oel auf den geschliffenen Rand einer Geissler'schen Kammer gelegt. Die Kammer wurde entweder nach der Füllung mit N_2O durch 2 Glashähne geschlossen, oder ein constanter Gasstrom durchgeleitet. Aus mehreren derartig angestellten Versuchen ergab sich folgendes. Bei Beginn des Einleitens wurde sogleich in allen Zellen die Bewegung verzögert. Wurde das Licht abgehalten, so trat in der Regel nach $1\frac{1}{2}$—2 Stunden ein Zustand ein, bei dem in den meisten Fällen die Bewegung gänzlich eingestellt war, ohne dass aber das Protoplasma schon contrahirt gewesen wäre. Es ist dies offenbar ein Zustand des labilen Gleichgewichts des Protoplasmas, der es im nächsten Augenblick aus dem lebenden in todtes Eiweiss überführen muss, nachdem die intramolekulare Athmung schon nicht mehr ausreicht die normale Funktion desselben aufrecht zu erhalten. Und wirklich trat in den meisten Zellen alsdann rasch Contraction des Protoplasma ein, wenn man sie im N_2O beliess, während rasche Zufuhr von Luft das Protoplasma wieder zu normaler Funktion veranlasste, so dass oft schon nach 1 Stunde die Strömung desselben in der früheren Beweglichkeit erzielt war. Anders verhielt sich die Sache bei Lichtzutritt. Die noch eingeschlossene Kohlensäure giebt durch Assimilation genügend Sauerstoff, um die Lebensthätigkeit noch einige Zeit normal zu unterhalten, und habe ich bei Beleuchtung durch eine Gaslampe in der Entfernung von 5 Fuss nach 4 Stunden z. Th. recht lebhafte Bewegung beobachtet. Bis zum andern Tage hat indessen in keinem Versuchsfalle Bewegung angehalten. Dass übrigens die in den Pflanzenzellen eingeschlossene Kohlensäure nicht bald gegen das Stickoxydul diffundirt, erklärt sich einfach aus der sehr kleinen Diffusionsconstante[1]) beider Gase.

Schliesslich muss ich Detmer noch in einem Punkte widersprechen, welchen er im Zusatz zu 3[1] erwähnt. Er nennt die Bezeichnung „indifferentes Gas“ für Wasserstoff, Stickoxydul u. s. w. ungenau, weil diese Gase, zwar weniger direkt giftig wie z. B. Kohlenwasserstoffe, Schwefelwasserstoff (Kohlensäure?), die Pflanzentheile dennoch schädigen durch eventuelle Alkoholbildung und Verhinderung der Oxydation. Diese Schädigung üben ausser Sauerstoff resp. Luft alle Gase gleichmässig aus. Aber ein Theil derselben wirkt ausserdem noch durch direkte chemische Zersetzung oder Umsetzung auf Bestandtheile der Pflanzenzelle schädigend ein und diese nennen wir giftige, im Gegensatz dazu die anderen indifferent. Einer speciellen schädlichen Einwirkung des N_2O auf die Pflanzen, wie sie Detmer aus zwei seiner Versuche folgert, muss ich auf Grund meiner Versuche widersprechen, denn weder hatte 2 tägiges Verweilen im N O die Wachsthumsfähigkeit bei *Vicia faba*, noch selbst dreitägiges die Keimkraft von Kressensamen beeinträchtigt.

---

[1]) cfr. Naumann, Allgemeine und physikalische Chemie. p. 256.

Pflanzenphysiolog. Institut d. Königl.
landwirthschaftl. Hochschule.

9. Fr. von Höhnel: Ueber das Verhalten der vegetabilischen Zellmembran bei der Quellung.

Eingegangen am 21. Februar 1884.

Wenn ein quellungsfähiger Körper in jedem einzelnen Punkte gleichmässig quillt, so muss er nach allen Richtungen hin grösser werden, vorausgesetzt, dass sich jeder einzelne Punkt nach allen drei Richtungen des Raumes vergrössert. Vergrössert er sich durch Quellung nur nach einer oder zwei dieser Richtungen, so wird auch der ganze Körper nach diesen Richtungen hin sich ausdehnen, während er in jener Richtung, in der keine Quellung stattfindet, die ursprüngliche Grösse beibehalten muss.

Bei keinem gleichmässigen, d. h. in jedem einzelnen Punkte in gleicher Weise stattfindenden Quellungsvorgange kann eine Verkürzung eines quellenden Körpers in irgend einer Richtung stattfinden.

Dies gilt aber nur dann, wenn bei der Quellung nicht Kräfte ausgelöst werden, welche im gequollenen Körper zur Wirksamkeit gelangen und das Quellungsresultat beeinflussen. Wenn z. B. ein Körper im gequollenen Zustande eine ganz andere Elasticität und Dehnbarkeit besitzt als im ungequollenen, so kann derselbe infolge dieser geänderten

---

[1] p. 223.

Eigenschaften Formveränderungen eingehen, die auch zu einer Verkürzung trotz allseitiger Quellung führen können.

Eine Leinenbastfaser verlängert sich beim Quellen. Wenn man sie aber im nassen Zustande straff spannt und im gespannten Zustande trocknen lässt, so zeigt sie die Eigenthümlichkeit, sich beim Quellen zu verkürzen.

Mit Hilfe eines kleinen Apparates, der mir gestattete, noch 0,005 pCt. der Verlängerung oder Verkürzung eines 10 *cm* langen Fadens mit Sicherheit und direct abzulesen, habe ich eine grosse Anzahl von Versuchen angestellt, welche mir zeigten, dass sich vegetabilische und thierische Zellmembranen, sowie auch Seide beim Quellen in der Längsrichtung höchst verschieden verhalten, je nach dem Zustande, in welchem sie sich befinden, so dass es fast unmöglich ist, im Voraus zu sagen, wie sich eine bestimmte Faser verhalten werde. Einige herausgegriffene Beispiele sollen dies des Näheren illustriren.

Aloëhanffaser.

Lufttrocken und im natürlichen Zustande:

1. Angehaucht, Verlängerung . . .	0,040	pCt.
2. Lufttrocken, Verkürzung	0,035	„
3. Angehaucht, Verlängerung . . .	0,050	„
4. Lufttrocken, Verkürzung	0,050	„
5. Angehaucht, Verlängerung . . .	0,065	„
6. In Wasser, Verlängerung	0,035	„
7. Lufttrocken, Verkürzung	0,085	„
8. Angehaucht, Verlängerung . . .	0,075	„
9. Wieder lufttrocken, Verkürzung .	0,065	„

Also im Ganzen um 0,030 pCt. verlängert.

Aloëhanf.

Faserbündel aus dem Blatte einer Aloë (*perfoliata* Thunb.?), nass durch zehn Stunden, mit einem möglichst grossen Gewicht gespannt und im gespannten Zustande getrocknet. Faser zu Beginn des Versuches lufttrocken.

1. Mit Draht ganz getrocknet, Verkürzung . .	0,120	pCt.
2. Angehaucht, Verkürzung	0,035	„
3. Ganz getrocknet, keine Veränderung.		
4. In Wasser, Verkürzung	0,070	„
5. Lufttrocken, Verlängerung	0,045	„
6. Angehaucht, Verlängerung	0,020	„
7. In Wasser, Verkürzung	0,065	„
8. Lufttrocken, Verlängerung	0,050	„
9. In Wasser, Verkürzung	0,050	„
10. Lufttrocken, Verlängerung	0,040	„
11. In Wasser, Verkürzung	0,050	„
12. Lufttrocken, Verlängerung	0,090	„

Nun ist die Faser um 0,145 pCt. kürzer als sie ursprünglich war. Man sieht, dass sich eine nass gespannt gewesene Faser ganz anders verhält als eine natürliche. Sie verhält sich ganz ähnlich wie eine natürliche Faser von *Phormium tenax*. Der nass gespannte und gespannt getrocknete Aloëhanf verhält sich vom Stadium No. 6 angefangen genau so wie die natürliche *Phormium*-Faser. Ich stelle mir vor, dass die *Phormium*-Faser bei ihrer Bereitung nass gespannt und getrocknet wurde. Bei dem langen Transporte und der 10jährigen Aufbewahrung hat er sich infolge der mitgemachten Feuchtigkeitsschwankungen allmählig verkürzt und ist in jenem Stadium zur Untersuchung gelangt, welches der Aloëhanf von No. 6 an zeigte. Die schliessliche Verkürzung der Aloëfaser um 0,145 pCt. ist ganz auf Rechnung der Stadien 1—5 zu setzen (welche *Phormium tenax* schon vor dem Versuche mitgemacht hat). In der That beträgt die Verkürzung in den Stadien 1 bis 5 0,180 pCt. Genau so wie sich die natürliche *Phormium*-Faser im Ganzen verlängerte, trat auch eine endliche Gesammt-Verlängerung bei der gespannt getrockneten Aloëfaser von No. 6 des Versuches an ein.

Es ist klar, dass eine straff gespannt getrocknete Faser, welche man nass macht und nun ungespannt wieder trocknen lässt, sei es sofort, sei es nach öfterer Wiederholung der Operation, sich so wie unsere Aloëfaser von No. 6 an verhalten muss.

Phormium tenax.

Lufttrockene natürliche Faser vom neuseeländischen Flachs. Sind flache, bandförmige, meist etwas gedrehte Faserbündel.

1.	Angehaucht, Verlängerung	0,035	pCt.
2.	Nass, Verkürzung	0,100	„
3.	Lufttrocken, Verlängerung	0,165	„
4.	Angehaucht. Keine Veränderung. Nimmt offenbar kein Wasser auf.		
5.	In Wasser, Verkürzung	0,120	„
6.	Lufttrocken, Verlängerung	0,120	„
7.	In Wasser, Verkürzung	0,130	„
8.	Lufttrocken, Verlängerung	0,130	„
9.	Angehaucht, wie No. 4.		
10.	Ganz trocken[1]), Verkürzung	0,065	„
11.	Angehaucht, Verlängert	0,010	„
12.	In Wasser, Verkürzung	0,095	„
13.	Nach Wegnahme des Wassers trat während dem allmäligen Trocknen des Fadens (also bei einem bestimmten Wassergehalte) eine Verlängerung ein, um	0,145	„
14.	Ganz getrocknet, Verkürzung	0,075	„
15.	In Wasser, Verkürzung	0,075	„
16.	Lufttrocken, Verlängerung	0,160	„
17.	Ganz trocken, Verkürzung	0,070	„

---

1) d. h. durch Nähern eines heissen Drahtes ganz getrocknet.

Der Faden ist nun um 0,035 pCt. länger als ursprünglich. Das eigenthümliche Verhalten des neuseeländischen Flachses wird verständlich, wenn man annimmt, dass er bei einem bestimmten, ziemlich grossen Wassergehalt am längsten ist. Ich schätze diesen Wassergehalt auf 20 bis 30 pCt. Die Faser wird sich dann bei Zu- oder Abnahme des Wassergehaltes verkürzen müssen. Dabei muss angenommen werden, dass beim Eintauchen eines Fadens in Wasser oder beim raschen Trocknen die Zu- resp. Abfuhr des Wassers so schnell von Statten geht, dass diese grösste Länge gar nicht zur Geltung kommt. Hingegen ist es sicher, dass beim langsamen Trocknen von gut imbibirten Fäden zuerst eine Verlängerung und dann eine Verkürzung eintritt. Es wurde dieses öfter und auch bei anderen Fasern constatirt. Auch habe ich öfter bemerkt, dass beim Trocknen, wenn dies nicht allzu rasch stattfand, anfänglich keine Längenveränderung der Faser oder ein Hin- und Herschwanken der fixirten Stelle eintrat und erst bei der fortschreitenden Trocknung ein Kürzerwerden.

Die Trocknung findet nicht an allen Stellen mit der gleichen Schnelligkeit statt, und mag oft an einer Stelle ein Kürzerwerden eintreten, während an anderen Stellen Verlängerung stattfindet. Hiermit erklärt sich das Hin- und Herschwanken. Man darf aber nicht glauben, dass durch das Gesagte das ganze Verhalten bis ins Detail erklärt werden kann; denn die Faser erleidet beim öfteren Nassmachen und Wiedertrocknen, ferner besonders durch das scharfe Trocknen mit dem heissen Drahte fortwährende Veränderungen. Durch scharfes Trocknen wird die Quellungsfähigkeit eine geringere. Auch die fortgesetzte, wenn auch nur geringe Spannung übt einen Einfluss auf die Beschaffenheit und das weitere Verhalten der Faser aus.

Mit Bezug auf Späteres sei hier ausdrücklich bemerkt, dass die sehr schwache Drehung der *Phormium*-Faser mit der Verkürzung im Wasser nichts zu thun hat.

Manilahanffaser.

Von *Musa textilis.* Lufttrockenes Faserbündel.

1. In Wasser, Verlängerung	0,100	pCt.	
2. Lufttrocken, Verkürzung	0,110	„	
3. In Wasser, Verlängerung	0,090	„	
4. Lufttrocken, Verkürzung	0,075	„	
5. Stark angehaucht, Verlängerung .	0,100	„	
6. Lufttrocken, Verkürzung	0,080	„	
7. In Wasser, Verlängerung . . .	0,110	„	
8. Lufttrocken, Verkürzung	0,125	„	
9. In Wasser, Verlängerung . . .	0,090	„	u. s. w.

Im lufttrockenen Zustande No. 8 war die Faser (bis auf die durch die Spannung verursachte Verlängerung von 0,010 pCt.) so lang wie ursprünglich.

Manilahanffaser.

Nass gespannt und im gespannten Zustande getrocknet. Lufttrocken.

1.	In Wasser, Verkürzung	0,040	pCt.
2.	Lufttrocken, Verkürzung	0,125	„
3.	In Wasser, Verlängerung	0,100	„
4.	Lufttrocken, Verkürzung	0,090	„
5.	In Wasser, Verlängerung	0,080	„
6.	Lufttrocken, Verkürzung	0,110	„
7.	In Wasser, Verlängerung	0,110	„ u. s. w.

Man sieht, dass nach Ausgleich der Verlängerung infolge der Spannung sich die Faser so wie eine natürliche verhält, also abweichend von *Aloë* und *Phormium*.

Chinagras (*Böhmeria tenacissima*).

Festes, lufttrockenes Bastfaserbündel, das vor dem Versuche nass gespannt und in diesem Zustande getrocknet wurde.

1.	Ganz trocken,	kürzer um	0,075	pCt.
2.	In Wasser,	„ „	0,045	„
3.	Lufttrocken	„ „	0,360	„
4.	Angehaucht,	länger „	0,085	„
5.	In Wasser,	kürzer „	0,110	„
6.	Ganz trocken,	„ „	0,155	„
7.	In Wasser,	„ „	0,040	„
8.	Ganz trocken,	„ „	0,080	„
9.	In Wasser,	„ „	0,040	„

Man sieht, dass sich diese Fassr immer verkürzt; nur beim Anhauchen zeigte sie eine Verlängerung. Diese fortdauernde Verkürzung ist offenbar eine Folge der vorhergegangenen Streckung. Da rohe Chinagrasfaser nass sehr dehnbar ist, so erklärte sich diese Verkürzung bei geringerer Belastung.

Leinenfaser (*Linum usitatissimum*).

Natürliche, lufttrockene Faser.

1.	In Wasser, länger um	0,070	pCt.
2.	Lufttrocken, kürzer um	0,040	„
3.	In Wasser, länger um	0,045	„
4.	Lufttrocken, kürzer um	0,045	„
5.	Stark angehaucht, länger um	0,065	„
6.	In Wasser, kürzer um	0,015	„
7.	Mit einem heissen Draht ganz getrocknet; zuerst um 0,015 pCt. länger, dann rasch um 0,130 pCt. kürzer.		
8.	Stark angehaucht, länger um	0,105	„
9.	In Wasser, kürzer um	0,025	„
10.	Beim Trocknen zuerst um 0,010 pCt länger, dann rasch kürzer (um?).		
11.	Stark angehaucht, länger (um?).		
12.	In Wasser, kürzer um	0,035	„
13.	Mit Draht getrocknet erst 0,015 pCt. länger, hierauf um 0,075 pCt. kürzer.		
14.	In Wasser, länger um	0,070	„

Man sieht bei dieser Faser auch die eigenthümliche Erscheinung, dass die Faser ihr Maximum der Länge schon erreicht, bevor sie mit Wasser gesättigt ist, so zwar, dass sich die aus dem in mit Wasserdampf gesättigten Raume befindliche Faser in Wasser gebracht um 0,010 bis 0,035 pCt. verkürzt, während sich die lufttrockene Faser im Wasser verlängert.

Hanffaser (*Cannabis sativa*)

aus einem dünnen Hanfseil, etwas gewellt.

1. Stark angehaucht, länger um	0,615	pCt.	Ausgleich der Wellung der Faser
2. Nass, länger um	0,140	„	
3. Scharf getrocknet, kürzer um	0,165	„	
4. Nass, länger um	0,125	„	
5. Scharf getrocknet, kürzer um	0,115	„	
6. Nass, länger um	0,065	„	
7. Scharf getrocknet, kürzer um	0,065	„	
8. Nass, länger um	0,025	„	

Durch das scharfe Trocknen (mit einem heissen Draht) wird die Imbibitionsfähigkeit vermindert, daher die Abnahme der Verlängerungen im Wasser.

Bei mehreren der gemachten Versuche wurde darauf geachtet, ob mit der Quellung eine Drehung der Faser verbunden ist. In der Regel zeigte sich eine Torsion. In allen Fällen jedoch war diese so gering, dass sich die Verlängerungen und Verkürzungen durch die Torsionen nicht erklären liessen. Dreht man ein 10 *cm* langes Faserstück um 300—600° um die Axe, so ist die hiermit verbundene Längenveränderung weit geringer als die aus den gegebenen Zahlen ersichtlichen. Es können daher die bei Aenderung des Wassergehaltes eintretenden Längenveränderungen nicht auf Rechnung der Torsionen gesetzt werden.

Dass die Längenveränderungen, welche die Bastfasern bei wechselndem Wassergehalt zeigen nicht unmittelbar und allein von der Art der Wassereinlagerung herrühren, geht aus den angeführten Versuchen mit Sicherheit hervor. Es kommen immer noch andere Momente dazu. Je nach dem Zustande, in welchem sich die Faser befindet, tritt bei derselben Stärke der Quellung Verlängerung oder Verkürzung ein. Complicirter noch wird das Verhältniss wenn die Quellung nicht in jedem Punkte gleich stark ist. Es ist bekannt, dass Seile sich verkürzen, wenn man sie befeuchtet. Dieses Faktum ist ein Beweis dafür, dass ein cylindrischer Körper, der in jedem einzelnen Punkte gleichmässig quillt, sich dennoch verkürzen könne. Die Ursache dieser Verkürzung ist aber eine ganz andere, als jene, welche von Nägeli angegeben wurde. Um sie zu erklären, sei folgende geometrische Erörterung gemacht. Wenn der Radius eines kreisförmigen

Cylinders grösser wird, so wird der Cylinder dicker. Denkt man sich im Innern des Cylinders, oder an seiner Oberfläche eine Linie parallel der Axe, so erleidet diese beim Dickerwerden des Cylinders keine Längenveränderung. Würden sich daher in oder auf einem Cylinder von quellungsfähiger Substanz feste, nicht oder nur wenig dehnbare Fasern, welche auch nicht oder nur wenig quellen, und parallel zur Axe liegen, befinden, so könnte der Cylinder in Folge von Quellung dicker werden, ohne seine Länge zu verändern. Sobald jedoch die supponirten Fasern eine zur Axe geneigte Lage einnehmen, kann der Cylinder nicht dicker werden ohne zugleich kürzer zu werden. Denn beim Dickerwerden des Cylinders müssen alle zur Axe geneigten Fasern länger werden, oder wenn sie dies nicht können, ihre Lage verändern; sie werden gegen die Axe sich stärker neigen müssen. Wenn sie nun mit der quellungsfähigen Masse des Cylinders fest verbunden sind, so muss sich dieser verkürzen. Eine auf der Oberfläche des Cylinders befindliche Spirale muss sich verlängern, wenn der Cylinder dicker wird. Kann sie sich aber nicht verlängern, so muss der ganze Cylinder kürzer werden. Ein fest gedrehtes Seil besteht aus lauter sich nicht oder nur sehr wenig verlängernden Fasern, welche zur Axe geneigt sind. Bei der Quellung in Wasser wird jede einzelne Faser dicker. Diese Dickenzunahme betrug z. B. bei einer Manilahanffaser 15 pCt.; bei 3 Mustern von Neuseeländischem Flachs 19,5, 20 und 22,3 pCt.; bei einer Aloëfaser 25,8 pCt., bei einer anderen Probe 12,7 pCt.; bei 3 Proben Leinenfaser 29, 17,1 und 21 pCt.; bei 3 Proben Hanffaser 21,1, 25,2 und 21,9 pCt. (Mittel 22,7 pCt.); bei einem Baumwollfaden 27,5 pCt. u. s. w. Eine 1,4 *mm* dicke Hanfrebschnur verdickte sich beim Quellen in Wasser um 0,33 *mm* = 23,6 pCt., wie man sieht, um fast ganz genau ebensoviel, als die einfache Hanffaser im Mittel. Da nun die Fasern im Seile fixirt sind, so muss sich das Seil im Wasser verkürzen. Kennt man die Dicke des Seiles, den durchschnittlichen Winkel, den die Fasern desselben mit der Axe bilden, und ferner die Dickenzunahme der Einzelfaser und daher auch des ganzen Seiles beim Quellen in Wasser, so lässt sich ohne Weiteres die Verkürzung berechnen, unter der Voraussetzung, dass sich die Fasern nicht verlängern. Diese Voraussetzung trifft bei den vegetabilischen Fasern fast genau zu. Nicht so bei Seide und Wolle, die sehr dehnbar sind, weshalb sich selbst stark gedrehte Seile aus Seide und Thierhaaren nur wenig verkürzen. Am leichtesten lässt sich die Berechnung durch geometrische Construction ausführen. So ergab sich für eine Hanfrebschnur durch Construction eine Verkürzung von 10 pCt., bei einem Spagat von 2,5 pCt., was thatsächlich zutrifft.

Die Thatsache, dass sich Seile verkürzen beim Quellen in Wasser ist längst bekannt. Vollständig erklärt wurde sie bisher meines Wissens nicht. Die Erklärung konnte auch erst dann gegeben werden als das

Verhalten der Einzelfaser genau bekannt war. Man hat bisher die Verkürzung der Seile meist durch die der einzelnen Fasern erklärt, so Nägeli, Pfeffer u. A. Allein selbst stark gedrehte Einzelfasern von Hanf verkürzen sich beim Quellen nur sehr wenig.

Das Wesen der Sache liegt überhaupt in der Richtung der Faser gegen die Axe, und nicht in der Drehung. Aus zwei ungedrehten Faserbündeln von Aloëhanf, welche sich in Wasser um ca. 0,1 bis 0,2 pCt. verlängerten, habe ich mir eine Kette hergestellt, die sich nassgemacht um 4,49 pCt. verkürzte. Ich band zu diesem Behufe die gegen 60 *cm* langen Faserbündel an 29 gleichweit von einander entfernten Stellen mit Blumendraht fest zusammen, und steckte in die so entstandenen Maschen gut passende viereckige kleine Glasplatten. Hierdurch waren die (straffgespannten) Faserbündel in eine um ca. 40—50° gegen die Axe der ganzen Kette geneigte Lage gebracht.

Da ein Seil ein Cylinder ist, der in allen seinen festen Theilen gleichmässig quillt, so könnte man schliessen, dass jeder in jedem Punkte in gleicher Weise quellende Cylinder sich verkürzen müsse. Dies ist aber nicht so, denn mit einer solchen Quellung wäre eine Verlängerung jeder beliebigen Linie in oder am Cylinder verbunden, während beim Seile sich die Spiralfasern nicht verlängern. Ein Seil verhält sich so wie ein Cylinder, der aus zahlreichen in einander geschachtelten Lamellen besteht, von denen jede aus Spiralstreifen besteht, welche abwechselnd quellen und nicht quellen[1]). Man erinnert sich sofort daran, dass dieser Bau einigermassen den Bastfasern zukommt, und könnte daraus schliessen, dass die Verkürzung der Zellwände bei der Quellung mit diesem Baue zusammenhängt. Allein schon die obigen Versuche, welche zeigen, dass sich dieselbe Faser je nach dem Zustande, in dem sie sich befindet, bald verlängert bald verkürzt bei der Quellung in Wasser, beweisen, dass die Ursache im Baue allein nicht liegen kann.

Es lässt sich in der That nachweisen, dass der spiralige Aufbau der Fasern nicht die Ursache der Verkürzungen ist, und dass überhaupt die Verkleinerung irgend eines Durchmessers in Folge von Quellung einen tieferliegenden Grund besitzt. Ich habe hier speciell sehr starke Quellungen im Auge.

1. Schneidet man von einem Cylinder, der spiralig aufgebaut ist, eine Querscheibe herab, welche niedriger ist, als eine Spiralwindung, so kann, vorausgesetzt, dass die Spirale sehr steil ist (was bei Bastfasern zutrifft) bei der Quellung keine Verkürzung eintreten, weil sich dann die festen Fasern einfach von einander entfernen werden. Nur dann wenn letztere in Windungen um die Faser herumgehen, kommt ihre volle Wirkung zu Stande.

---

1) oder stark und schwach quellen.

Der Versuch lehrte aber, das sich kurze Querscheiben gerade so verkürzen, wie ganze Bastfasern.

2. Wenn der seilähnliche Aufbau der Fasern die Ursache der Verkürzung wäre, so könnte ein herausgeschnittenes Stück, oder eine der Länge nach gespaltene oder vielfach zerschlissene Faser sich nicht verkürzen. In allen diesen Fällen tritt aber die Verkürzung genau so ein, wie an ganzen Fasern.

3. Unter keinen Umständen kann in Folge von ungleichmässiger Quellung eine Verkleinerung eines Ringes eintreten. Ein quellender Ring muss einen grösseren äusseren Umfang erhalten. Wenn man aber einen Querschnitt durch ein weites Gefäss von *Quercus*, *Bombax* etc. mit Salpetersäure behandelt um das Lignin herauszulösen und dann in entsprechend verdünnter Schwefelsäure quellen macht, so zieht er sich zusammen, und zwar nimmt der äussere Durchmesser um etwa 50 pCt. an Länge ab, während die Membran dicker wird. Genau dasselbe kann man an Querschnitten von dünnwandigen Parenchymzellen sehen; z. B. am Hollundermark, Holzparenchym von *Bombax* u. s. w.

Sowie eine gedehnte Bastfaser sich bei der Quellung verkürzt, verkleinert sich auch ein künstlich ausgedehnter Kautschukring in Schwefelkohlenstoff.

Die Ursache der Verkürzung quellender pflanzlicher Membranen kann nicht in der Art der Quellung gesucht werden. Sie liegt nur darin, dass die Membranen während und nach ihrer Bildung gedehnt wurden. Diese Dehnung muss, nach der Grösse der Verkürzung zu urtheilen, mindestens 100—200 pCt. betragen.

Nach allem Gesagten halte ich die Quellungserscheinungen für Beweise dafür, dass das Flächen- und Längenwachsthum der Membranen vornehmlich auf Dehnung beruht.

Wenn man eine wenig dehnbare Faser oftmals um ihre Axe dreht, so verhält sie sich so wie ein Seil. Man ersieht dies z. B. aus dem folgenden Versuch.

Phormium tenax.

Faserbündel lufttrocken oftmals um die Axe gedreht, so dass es mit der Lupe betrachtet wie ein feines Seil aussieht.

1. In Wasser, Verkürzung	0,655 pCt.
2. Lufttrocken, Verlängerung . . .	0,355 „
3. Nass, Verkürzung	0,390 „
4. Lufttrocken, Verlängerung . . .	0,365 „
5. In Wasser, Verkürzung	0,420 „
6. Lufttrocken, Verlängerung . . .	0,425 „
7. In Wasser, Verkürzung	0,365 „
8. Lufttrocken, Verlängerung . . .	0,340 „
9. In Wasser, Verkürzung	0,360 „

Schliesslich zeigte sich im lufttrockenen Zustande eine Verkürzung gegenüber der Anfangslänge von 0,345 pCt. Bei der Torsion findet eine Dehnung der ganzen Faser statt. Eine ganz locker gespannte Faser wird bei der Tordirung ganz straff und reisst schliesslich, daher sich die Faser im Ganzen verkürzen muss. Man sieht aber sofort, dass die tordirte Faser sich viel stärker verkürzt und verlängert, als eine einfach gespannte Faser. Es ist daher die Torsion (abgesehen von der damit verbundenen Spannung) an und für sich eine Ursache der Verkürzung beim Befeuchten. —

Der Grund hierfür ist genau derselbe wie beim Seile.

Es ist sehr nahe liegend anzunehmen, dass auch thierische Haare und Seide so wie pflanzliche Fasern im gedrehten und ungedrehten Zustande sich verhalten werden. In der That findet man auch in der physikalischen Literatur die Angabe, dass sich gedrehte Thierhaare beim Befeuchten verkürzen und beim Trocknen verlängern, während sich ungedrehte umgekehrt verhalten sollen. Dies ist aber nicht richtig, denn wenn bei einer gedrehten Thierfaser die in Folge der mit der Torsion verbundenen Dehnung auftretende erstmalige Verkürzung eingetreten ist, verhält sie sich genau so wie eine ungedrehte Faser. Der Grund liegt in der grossen Dehnbarkeit der Hornsubstanzen. Während trockene Pflanzenfasern sich bis zum Zerreissen nur um 1—2 pCt. der Länge dehnen lassen, lassen sich trockene Haare um etwa 5 pCt. und Seiden um 7—15 pCt. dehnen, ja nasse Thierhaare lassen sich sogar oft um 25 pCt. und mehr dehnen, ohne zu zerreissen. Ein fernerer Grund liegt darin, dass sich die Thierfasern beim Quellen in Wasser viel stärker verlängern als die Pflanzenfasern, nämlich um 0,5—1,0 pCt.

Aus meinen Untersuchungen geht auch hervor, dass ein ganz einfacher Zusammenhang zwischen der Quellung in Wasser und den optischen Eigenschaften nicht existiren kann, weil eine gedehnte Faser, die also in der Längsrichtung um so mehr optisch negativ sein muss, sich im Wasser ebensogut verlängern als verkürzen kann.

Hingegen sind die von mir zuerst aufgefundenen optischen Beziehungen der Quellungserscheinungen in sehr starken Mitteln (Schwefelsäure, Kupferoxydammoniak) ganz einfach und soweit meine Beobachtungen reichen stets dieselben.

Ich halte es für einen feststehenden Satz, dass sich alle pflanzlichen Membranen in starken Quellungsmitteln nach zwei aufeinander senkrecht stehenden Richtungen und zwar jenen, in welchen sie bei ihrer Bildung gedehnt wurden, verkürzen. Die Richtung der stärksten Verkürzung entspricht der längsten Axe des reciproken Elasticitätsellipsoides. In der dritten (radialen) Richtung findet in starken Quellungsmitteln immer eine starke Verlängerung statt, ihr entspricht immer die kürzeste Axe des reciproken Elasticitätsellipsoides.

Aus den obigen Versuchen geht hervor, dass Fasern in der Längsrichtung bei fortschreitender Quellung erst länger und dann kürzer werden können. Dass eine in der Längsrichtung künstlich comprimirte trockene Membran optisch-positiv wird und dann durch Quellung in Wasser sich weiter ausdehnt und wieder negativ wird, kann nach allem Gesagten gegen meine Ansicht nichts beweisen[1]). Ich habe freie Membranstücke im Auge. Membranen, die Zug- oder Druckwirkungen ausgesetzt sind, müssen, so lange diese dauern, optisch anders reagiren.

Eine etwas ausführlichere Mittheilung über diesen Gegenstand bin ich im Begriffe auszuarbeiten.

10. F. Schwarz: Der Einfluss der Schwerkraft auf die Bewegungsrichtung von Chlamidomonas und Euglena.

Eingegangen am 20. Februar 1884.

Der Einfluss des Lichtes auf die Bewegungsrichtung von schwärmenden Algen und verschiedenen niedrigen Organismen ist so eclatant, dass man die Wirkung anderer Factoren weniger in Betracht ziehen zu müssen glaubte. Die diesbezüglichen Arbeiten verfolgten mehr den Zweck die gegen diese Lichtwirkung geltend gemachten Bedenken zu beseitigen, als den Einfluss anderer äusserer Kräfte auf die Bewegungsrichtung zu untersuchen. Und doch scheint mir die Frage nicht überflüssig zu sein, ob nicht noch andere analog richtende Kräfte vorhanden seien, die hauptsächlich dann den Schwärmern zu Gute kämen, sobald die Lichtwirkung ausgeschlossen ist, da ja nach den Untersuchungen Strasburger's[2]) u. A. die Schwärmer im Dunkeln noch geraume Zeit bewegungsfähig bleiben.

Was mich zu den folgenden Untersuchungen veranlasste, war die Beobachtung, dass von Sand verschüttete und bedeckte *Euglenen* und *Chlamidomonaden* immer wieder an die Oberfläche des Sandes kamen und sich dort ansammelten. Das Licht konnte hier nicht wirksam sein, da (wie ich mich durch Versuche überzeugte) eine 3–4 *mm* dicke,

---

1) s. Zimmermann, Ber. d. d. bot. Gesellsch. I. p. 533 ff.

2) E. Strasburger, Wirkung des Lichts und der Wärme auf Schwärmsporen. 1878, p. 52—55.

feuchte Sandschicht kein Licht mehr durchlässt. Es fand also ein Aufsteigen der Algen[1]) statt unabhängig vom Lichte.

Ein ähnliches Aufsteigen im Wasser gibt Nägeli[2]) für *Tetraspora lubrica* an, welche Alge sich auch im Dunkeln an der Wasseroberfläche ansammelte, obgleich sie specifisch schwerer als Wasser war. Auch Strasburger erwähnt (l. c. p. 53), dass die Schwärmer von *Haematococcus lacustris* sich im Dunkeln an dem oberen Flüssigkeitsrande ansammeln. Ich zweifle nicht, dass man bei weiterem Suchen in der Literatur über niedrige Algen noch weitere derartige Beispiele der Aufwärtsbewegung von Schwärmern finden würde, da jedoch in keinem Falle die Ursachen dieses Aufsteigens experimentel geprüft wurden, sind diese Angaben für uns nicht massgebend, zumal da ich gezwungen war meine Untersuchungen auf *Euglena viridis* und *Chlamidomonas pulvisculus* zu beschränken.

Die hier in Rede stehende Thatsache, dass diese Algen in's Dunkle gebracht sich in verticaler Richtung nach aufwärts bewegen, also sich vom Erdmittelpuncte wegwenden, kann man auf verschiedene Art zur Anschauung bringen. Man mengt Sand mit stark *Euglena* resp. *Chlamidomonas* haltigem Wasser und constatirt dann die Ansammlung an der Oberseite, durch das Grünwerden dieser Parthien oder man beobachtet diese Algen direct im Wasser. Im feuchten Sand bewegen sich die Algen in den mit Wasser erfüllten Zwischenräumen, werden jedoch nicht durch jede leise Erschütterung aus ihrer Lage gebracht, weshalb diese Methode für viele Versuche, namentlich die Rotationsversuche entschieden vorzuziehen ist. Selbstverständlich darf man keinen zu stark mit Lehm vermengten Sand anwenden, da die Zwischenräume zwischen den einzelnen Lehmpartikelchen zu eng sind und die freie Beweglichkeit der Algen gehemmt wird. Das Verhalten im Wasser ist als Controlle für die erhaltenen Resultate nothwendig. Man hat ferner darauf zu sehen, dass nur frische und in lebhafter Bewegung befindliche Schwärmer zu den Versuchen verwendet werden, da in späteren Lebensstadien, respective bei Abnahme der Bewegungsenergie die hier zu beschreibenden Erscheinungen nur mangelhaft oder gar nicht eintreten. Selbstredend muss bei allen Versuchen das Licht vollständig abgeschlossen sein, was ich durch Umhüllen der betreffenden Gefässe mit mehreren Lagen schwarzen Papiers, oder indem ich in der Dunkelkammer operirte, erreicht habe. Da alle Versuche im Dunkeln stattfanden, ist dieser Umstand bei den einzelnen Versuchen nicht mehr registrirt.

---

1) Der Einfachheit halber bezeichne ich *Euglena* und *Chlamidomonas* als Algen, ohne die nahe Verwandtschaft der Euglenen mit den Infusorien zu verkennen.

2) C. Nägeli, Beiträge zur wissenschaftl. Botanik. Heft II. 1860. p 103.

Versuch 1. **Euglena viridis und Chlamidomonas.**[1] **Aufsteigen der Algen in mit feuchtem Sand gefüllten Glascylindern.**

Hohe schmale Glascylinder verschiedener Grösse oder Reagenzgläser wurden mit feuchtem algenhaltigen Sande gefüllt. Das beim Setzen des Sandes nach oben steigende, vermöge des Algengehaltes grün gefärbte Wasser wurde abgegossen und eine 1½—3 *cm* hohe Schicht feuchten Sandes aufgeschüttet, der keine Algen enthielt. Bei einer Temperatur von 20—24° C. zeigte sich spätestens nach 12 Stunden die ganze obere Parthie des Sandes lebhaft grün gefärbt. Bei längerer Dauer des Versuchs trat die Erscheinung noch deutlicher zu Tage.

Hatte ich über dem Sande noch eine Schicht Wasser stehen lassen, so war dieselbe am Anfange des Versuches selbstverständlich farblos und erst nach längerem Stehen wurde dies Wasser durch die aufgestiegenen Algen grün gefärbt.

Bringt man algenhaltigen Sand in flache Schalen, so kann man auch hier die Ansammlung der Algen an der Oberfläche nach einiger Zeit constatiren.

Versuch 2. **Aufsteigen der Algen in einer Sandschicht an der Wand von Glasgefässen.**

Die Wände eines 12 *cm* hohen 10 *cm* breiten Glascylinders wurden mit *Euglena*- resp. *Chlamidomonas*haltigem Sand bestrichen, das Gefäss dann mit feuchtem Filtrirpapier und einer Glasplatte bedeckt, um ein zu schnelles Verdunsten des Wassers und ein Austrocknen des Sandes zu verhüten. Bei günstiger Temperatur (23—24° C.) zeigte sich schon nach ½ Stunde der obere Rand des Sandes an vielen Stellen grün gefärbt und nach 2½ Stunden ist wohl keine Stelle des oberen Sandrandes ohne den grünen Saum, welcher von der Ansammlung der Algen herrührt. Ringsum isolirte Sandflecken lassen deutlich erkennen, dass ausschliesslich nur die oberen Ränder grün werden, während die Seitenränder und die untere Seite farblos bleiben. Wir haben es hier also effectiv mit einem Aufsteigen der Algen nach oben und nicht mit einer gleichmässigen Ausbreitung nach allen Seiten zu thun. Zu gleicher Zeit ist durch diesen Versuch die Anschauung beseitigt, als käme die Ansammlung von Algen im Versuch 1 nur dadurch zu Stande, dass dieselben sich nach verschiedenen Richtungen bewegend, an der Oberfläche des Sandes in ihrer Bewegung gehemmt wurden, nicht mehr weiter konnten und sich in Folge dessen dort in grösserer Menge ansammelten.

---

1) Die Versuche wurden mit jeder Species getrennt ausgeführt, da jedoch keine Differenzen vorhanden, habe ich hier und im Folgenden die Versuche unter ein und derselben Nummer angeführt.

Versuch 3. **Euglena und Chlamidomonas im Wasser.**

Zu einem Vorversuch genügt wohl, die durch *Euglena* oder *Chlamidomonas* grün gefärbte Flüssigkeit in einem Glase ins Dunkle zu stellen. Nach längerer Zeit bilden sich dann an der Wasseroberfläche dunkelgrüne Schichten, da die Algen jedoch spezifisch schwerer als Wasser sind, sinken sie bei jeder geringen Erschütterung und Bewegung des Wassers leicht zu Boden, desgleichen, wenn ihre Bewegungsfähigkeit nachlässt. Man sieht daher häufig Algen sowohl an der Oberfläche als am Boden.

Man verhindert dieses Abwärtssinken, indem man die Algen in engen Glasröhren aufsteigen lässt, die oben und unten geschlossen sein können. Anfangs ist die Flüssigkeit gleichmässig grün gefärbt, oder die meisten Algen sind am untern Ende der Glasröhre zu finden. Lässt man dann die Glasrohre vertical stehen, so schwimmen die Algen nach oben und sammeln sich am oberen Meniscus in grosser Zahl an. Derartig dicht beieinander liegende Algen haften aneinander und adhäriren wohl auch an der Wasseroberfläche, wodurch ihr Herabsinken auch im bewegungslosen Zustande verhindert wird.

Um hier bei diesem Versuch ein reines Resultat zu erhalten, ist man gezwungen möglichst frisches Material zu verwenden, das noch nicht zu lange in Culturgefässen gestanden hat, indem sowohl *Euglenen*, als *Chlamidomonas* hier leicht in Ruhezustände übergehen, welche kein Aufsteigen zeigen und so das wahre Resultat verdecken.

Man kann ein Herabsinken der Algen bei Erschütterungen auch dadurch vermeiden, dass man Glasscherben von Perlengrösse in ein Reagenzglas füllt und algenhaltiges Wasser in die Reagenzgläser giesst; auch hier findet eine Ansammlung der schwärmenden Algen am oberen Ende statt.

Versuch 4. **Euglenen und Chlamidomonas auf dem Objectträger.**

Die Methode die Bewegungen von Schwärmern auf dem Objectträger zu beobachten wurde schon von Strasburger beim Studium der Wirkung des Lichtes auf die Schwärmsporen verwendet. In meinen Versuchen kam ein Tropfen algenhaltiges Wasser auf den Objectträger rechts und links davon ein Korklamelle, auf welchen das Deckglas ruhte. Nachdem die Objectträger eine Zeit lang vertical gestanden — selbstverständlich im Dunkeln — findet man fast alle Schwärmer an dem oberen Rande des Deckglases.

Ich habe in diesen eben angeführten Versuchen absichtlich die nackten Thatsachen ohne weitere Kritik vorangestellt, um die bisher unbekannte Erscheinung zu constatiren. Es ist hieraus ersichtlich, dass in lebhafter Bewegung befindliche Euglenen und Chlamidomonaden sich sowohl im Wasser als im feuchten Sande nach aufwärts fortbewegen.

Die zunächstliegende Frage war die, ist dieses Aufsteigen eine Lebenserscheinung oder werden die Algen nur passiv nach aufwärts getrieben? Meine diesbezüglichen Versuche ergaben mit Bestimmtheit, dass das Aufsteigen nur den lebenden in lebhafter Bewegung befindlichen Euglenen resp. Chlamidomonaden zukommt. Durch Erwärmen (Versuch 5) oder durch Chloroform (Versuch 6) getödtete Schwärmer blieben in ihrer ursprünglichen Vertheilung im Sande. Dasselbe zeigten (Versuch 7) *Lycopodium*sporen, die ungefähr ebenso gross wie *Chlamidomonas* waren und beim Vorhandensein von Strömungen im Sande ebenso wie diese nach oben getrieben werden mussten. Ferner versagte die besprochene Erscheinung bei den lebenden, aber durch niedrige Temperaturgrade in ihren Functionen alterirten Algen (Versuch 8), was auch bei Ruhezuständen und den nur Metabolie zeigenden *Euglenen* zu beobachten war (Versuch 9).

Versuch 5. **Vergleich von lebendem und getödtetem Material.**

Ich erwärmte den Algenhaltigen Sand auf 70° C. und die Ansammlung unterblieb. Dasselbe geschah auch schon bei niedrigeren Wärmegraden, sobald nur die Tödtungstemperatur (43—45° C.) erreicht war.

Versuch 6. **Das Verhalten chloroformirter Schwärmer.**

Der Versuch 2 wurde in der Art modificirt, dass in das weite Glasgefäss, an dessen Wänden sich der algenhaltige Sand befand, ein kleines Schälchen mit Chloroform durchtränkter Watte hineingestellt wurde. Als Vergleichsobject diente ein gleicher Cylinder ohne Chloroform. Die Algen wurden durch die Chloroformdämpfe zuerst wohl nur starr gemacht, später jedoch getödtet. Es unterblieb an diesem getödteten Material die Ansammlung an den oberen Sandrändern vollständig, während das lebende Material die Erscheinung schon nach 1—2 Stunden zu Tage treten liess. Obgleich es nicht wahrscheinlich war, dass durch die Chloroformdämpfe das Chlorophyll der Algen ausgezogen wurde und hierdurch eine Ansammlung dem unbewaffneten Auge nicht mehr sichtbar war, so untersuchte ich doch die Algen im Sande und fand sie noch vollständig grün — wenn auch todt.

Versuch 7. **Vergleich mit Lycopodiumsporen.**

Wären Strömungen im Sande vorhanden gewesen, welche die Algen mit sich fortrissen, mussten Körper, welche ungefähr gleich gross waren wie *Chlamidomonas*, ebenfalls nach oben getrieben werden. Ich verwendete zu diesem Versuch mit Wasser benetzte *Lycopodium*sporen, die in der Grösse wenig von *Chlamidomonas* differiren und ebenfalls schwerer als Wasser sind. Die *Lycopodium*sporen wurden mit Sand gemengt, über diesen Sand, der durch die Sporen gelblich gefärbt erschien, kam eine 1½—2 *cm* hohe Schicht von reinem Sand. Ein Aufsteigen der Sporen fand nicht statt.

Versuch 8. **Verhalten von Chlamidomonas bei niedriger Temperatur.**

In den Versuchen 5 und 6 wurden die Algen getödtet. Ebenso wie in diesem Falle unterbleibt das Aufsteigen bei Algen, die durch niedrige Temperatur in ihrer Bewegung gehemmt und für die einwirkenden Kräfte weniger empfindlich gemacht wurden.

Ich füllte 3 gleiche Glascylinder mit algenhaltigem Sand. Davon befand sich

Cylinder a bei 22—23° C. in der Dunkelkammer des Instituts.
Cylinder b bei 15—16° C. im Keller.
Cylinder c bei 5—6° C. im Eiskeller.

Beginn des Versuchs am 8. Juli um 9 Uhr 30 Min. Vorm. Um 3 Uhr 15 Min. Mittags desselben Tages wurden die drei Gefässe wieder untersucht.

In Cylinder a hatte sich ein grosser Theil der Chlamidomonaden an der Oberfläche des Sandes angesammelt. Bei b war die Ansammlung schwächer, bei c war das über dem Sande stehende Wasser farblos geblieben.

Nach dem Beobachten wurden die Gefässe wieder in die betreffenden Temperaturen zurückgebracht, worin sie bis zum 9. Juli 10 Uhr Vorm. verblieben. Nach dieser Zeit (24½ Stunde) hatte sich das zuerst beobachtete Resultat nur insofern etwas geändert, als auch in dem bei 15—16° C. aufbewahrten Cylinder b ein gleiches Aufsteigen stattgefunden als in a. Die in der Kälte gestandenen Chlamidomonaden hatten sich auch nach diesem langen Zeitraume nicht nach aufwärts bewegt. Ich brachte nun diesen Cylinder c in eine Temperatur von 22—23° C. und nach Verlauf mehrerer Stunden zeigte sich die Grünfärbung des über dem Sande stehenden Wassers. Die Algen waren also noch lebendig gewesen, aber während der Kältewirkung nicht mehr empfänglich für jene Kräfte, welche das Aufsteigen vermitteln.

Derselbe Versuch, wie mit *Chlamidomonas* wurde mit den *Euglenen* wiederholt.

Versuch 9. **Beobachtung von Ruhezuständen.**

Lässt man *Euglenen* oder *Chlamidomonas* längere Zeit in geschlossenen Glascylindern stehen, so gehen sie in bewegungslose Ruhezustände über, womit sie zu gleicher Zeit die Eigenschaft nach oben zu steigen verlieren. Man kann sich hiervon leicht überzeugen, wenn man mit Sand gefüllte Reagenzgläser 2—3 Tage horizontal liegen lässt. Nach dieser Zeit unterbleibt bei einer Drehung des Glases um 180°

die Ansammlung der Algen an der Oberseite, die anfangs immer mit Sicherheit eintrat.

Analog verhalten sich die Algen in Wasser ohne Sand, und zwar unterbleibt das Aufsteigen nicht nur bei den vollständig bewegungslosen Algen, sondern schon in jenen Zuständen, wo die Bewegung nur verlangsamt, die Bewegungsenergie nur gehemmt ist. Speciell *Euglena* zeigt ausser den durch Geisselschwingungen hervorgerufenen Bewegungen, wobei der Körper ziemlich gleichmässig gestreckt cylindrisch bleibt, auch noch Gestaltsveränderungen, welche man als Metabolie bezeichnet[1]). Hierdurch kann eventuell ein Vorwärtskriechen bewirkt werden, die Fähigkeit des Aufsteigens haben die *Euglenen* in diesem Zustande jedoch verloren. —

Bevor ich nun auf den Nachweis eingehe, dass die Schwerkraft, als Reiz wirkend, das Aufsteigen hervorruft, sei es mir gestattet, einige hierbei möglicher Weise thätige Factoren zu beleuchten resp. auszuschliessen. Ich meine den Einfluss des spezifischen Gewichtes der Schwärmer, von Feuchtigkeits-Differenzen, Strömungen des Mediums, die Wirkung einseitigen Sauerstoffzutrittes, die sämmtlich auf die Bewegungsrichtung unserer Algen nicht direct von Einfluss sind.

Das spezifische Gewicht von *Euglena* und von *Chlamidomonas* ist grösser als das des Wassers, und zwar gilt dies nicht nur für die Ruhezustände, sondern auch für die in lebhafter Bewegung befindlichen Algen. Ich finde mich hierin vollständig in Uebereinstimmung mit den Angaben Naegeli's[2]) und Strasburger's[3]), die für andere Schwärmer ebenfalls das grössere spezifische Gewicht constatirt haben.

Nicht nur beim Tödten durch verschiedene Reagentien, gleichgültig ob hierbei eine Contraction oder eine Volumenvergrösserung des Körpers eintritt — sanken die Algen zu Boden, auch die durch Schütteln bewegungslos gemachten lebenden Schwärmer zeigten sich schwerer als Wasser.

Am meisten scheint mir die Thatsache zu beweisen, dass die *Euglenen* und *Clomidomonaden* im Wasser einer grösseren oder geringeren Centrifugalkraft ausgesetzt, anfangs (bevor sich die Eigenbewegung geltend machen konnte) immer an die Peripherie der Rotationsebene getrieben wurden. Das Nähere über diesen Punkt findet man bei der Beschreibung der Rotationsversuche.

Es scheint mir übrigens das Naturgemässe zu sein, dass diese Algen schwerer als Wasser sind. Die Eiweissstoffe, die Amylum- und

---

1) Vgl. G. Klebs, „Ueber die Organisation einiger Flagellatengruppen" in den Untersuchungen des bot. Institut zu Tübingen. Bd. 1, Heft 2, 1883, p. 256 ff.

2) C. Nägeli, Beiträge zur wissenschaftl. Bot. Bd. II, 1860, p. 102.

3) Strasburger, Wirkung des Lichts etc. auf Schwärmsporen. p. 8.

Paramylon-Körner, die Zellwand sind jedenfalls schwerer als Wasser. Dieses grössere specifische Gewicht könnte paralysirt werden durch ölartige Stoffe oder durch die Flüssigkeit, welche sich in der Zelle befindet. Oel kommt weder bei *Chlamidomonas* noch bei *Euglena* in erheblicher Menge vor. Der Zellsaft einschliesslich der Vacuolenflüssigkeit bei *Euglena*[1]) ist kein reines Wasser, sondern enthält gelöste Stoffe, wohl auch Gase, wodurch das specifische Gewicht nicht unter das des Wassers herabgedrückt wird.

Der Umstand, dass man im Freien manchmal auch bewegungslose Zustände dieser Algen in grösseren Parthien an der Oberfläche von Gewässern und Tümpeln schwimmen sieht, kann nicht als Beweis für das geringere specifische Gewicht gelten; derartige durch ihre gequollenen Membranen zusammenhängende Algencomplexe können durch Luftblasen oder durch Adhäriren an der Wasserfläche schwimmend erhalten werden. Das specifische Gewicht der Algen kann es demnach nicht sein, was sie nach oben führt.

Auf die Möglichkeit, dass im Sande Strömungen vorhanden wären, welche die Algen an die Oberfläche brächten, habe ich schon bei Versuch 7 hingewiesen. Ich dachte hierbei zunächst an ein directes Fortspülen und Forttreiben der Algen, wozu natürlich schon stärkere Strömungen nothwendig wären. Da diese nicht vorhanden, blieben die *Lycopodium*sporen an Ort und Stelle.

Anders verhielt sich die Sache, wenn Strömungen nach einer bestimmten Richtung als Reiz wirkten, unsere Algen also einen ähnlichen Rheotropismus gezeigt hätten, wie die Plasmodien von *Aethalium* nach den Angaben B. Jönsson's[2]). Hier konnten schon Ströme geringer Intensität von Erfolg sein (vgl. auch Versuch 15). Namentlich wäre es möglich gewesen, dass durch Verdunsten des Wassers an der Oberfläche des Sandes, durch die engen capillaren Räume zwischen den Sandpartikeln hindurch Wasser aus den untersten Schichten in die oberen gedrungen wäre und die Algen auf diese Art zu Bewegungen in einer bestimmten Richtung veranlasst worden wären. Diese Voraussetzung trifft aber nicht zu, da das Aufsteigen der Algen auch erfolgt, wenn über dem Sand Wasser steht. Beim Umdrehen der mit Sand gefüllten Glascylinder ist die verdunstende Fläche nach unten gekehrt, aber auch hier erfolgt die Ansammlung an dem oberen jetzt geschlossenen Ende des Cylinders.

Man kann den Sand auch in beiderseits offene Glasröhren füllen und eventuell die eine Seite mit Kork verschliessen. Die Algen sammeln sich nur am oberen Ende an, gleichgültig, ob dieses oder das entgegengesetzte Ende, oder ob beide Seiten offen sind.

---

[1]) Vgl. G. Klebs, l c., p. 249.

[2]) B. Jönsson, Ber. d. deutsch. bot. Gesellschaft. 1883, Bd. I, H. 10, p. 512 ff.

Zu gleicher Zeit machen diese Versuche es wahrscheinlich, dass nicht etwa der einseitige Zutritt der Luft als Reiz wirkt, der eine Bewegung in der Richtung des Luft- resp. Sauerstoffzutrittes hervorruft. Gegen einen derartigen Reiz sprechen direct die Versuche 2 und 4. Bei dem ersten Versuch, wo der *Euglena*-haltige Sand an die Wände eines weiten Glascylinders gestrichen war, konnte die Luft von oben, unten und der einen Seite hinzutreten. Bei dem Versuch 4 blieben alle 4 Ränder des Deckglases mit der Luft in Berührung und doch erfolgte die Ansammlung der Algen nur an der oberen Seite.

Die Bedeutungslosigkeit des einseitigen Luftzutrittes wurde auch noch durch folgenden Versuch illustrirt:

Ich brachte *Euglena*-haltiges Wasser in enge Glasröhren, liess bei der einen Glasröhre die Luft von oben, bei der anderen die Luft von unten zutreten, während die andere Seite durch Kautschuckschlauch und Quetschhahn verschlossen wurde. Die Algen sammelten sich immer am oberen Ende an. Dasselbe geschah, wenn ich die eine Seite der Glasröhre mit einem Sauerstoffballon in Verbindung brachte und die andere Seite geschlossen hielt.

Schliesslich glaube ich noch auf die Resultate Engelmann's[1]) hinweisen zu müssen, der gezeigt, dass die Empfindlichkeit der *Euglenen* für Licht im hohen Grade unabhängig ist von der Sauerstoffspannung. Sowohl bei Sauerstoffmangel, wie bei normaler oder ultranormaler Sauerstoffspannung bleiben die *Euglenen* für Licht sehr empfindlich. Es ist mir daher unwahrscheinlich, dass so geringe Differenzen im Sauerstoffgehalt der einzelnen Schichten, wie sie durch den einseitigen Sauerstoffzutritt bei der geringen Höhe der Wasserschicht zu Stande kommen können, auf die Bewegungsrichtung einen Einfluss haben sollen.

Nach Ausschluss der hier genannten Kräfte bleibt uns noch übrig den Einfluss der Schwerkraft zu untersuchen, welche ich als die richtende Kraft erkannt habe.

Zur Constatirung dieser Thatsache waren Rotationsversuche nothwendig, bei welchen in der bekannten Weise die Schwerkraft durch die Centrifugalkraft ersetzt wurde. Mit feuchtem, algenhaltigen Sand gefüllte Reagenzgläser wurden an Stangen befestigt, welche um eine horizontale Axe rotirten.

Das Resultat zahlreicher in dieser Richtung angestellten Versuche lässt sich nun dahin zusammenfassen, dass bei schwächerer Centrifugalkraft die schwärmenden Algen der Centrifugalkraft entgegen nach dem Centrum der Rotationsebene gingen (vgl. Versuch 10—15). Es entsprach dies ganz ihrem Verhalten

---

1) Th. W. Engelmann, Ueber Licht- und Farbenperception niederster Organismen in Pflüger's Archiv. 1882, Bd. 29, p. 395.

gegen die Schwerkraft, wobei sie sich ja auch in einer dem Zuge der Schwere entgegengesetzten Richtung fortbewegten. In den mit algenhaltigen Sand gefüllten Reagenzgläsern, die senkrecht auf der rotirenden horizontalen Axe standen, verschwanden die Schwärmer also aus den peripherischen Schichten, und sammelten sich in den dem Centrum zugewendeten Schichten an.

Dies geschah jedoch nur solange die Centrifugalkraft eine gewisse Grösse nicht überschritt. Beim Ueberschreiten dieses Grenzwerthes bewegten sich die Schwärmer in gerade entgegengesetzter Richtung. Sie verschwanden also aus den centralgelegenen Schichten des Sandcylinders und sammelten sich an den peripherischen Theilen des Sandes an.

Diese Aenderung der Richtung tritt bei *Euglena* ein, wenn die Individuen durch die Centrifugalkraft eine Beschleunigung erfahren, welche gleich ist 8,5 g d. h. dem $8\frac{1}{2}$fachen der Beschleunigung durch die normale Attraction der Erde (vgl. Versuch 11 und 12). Für *Chlamidomonas* liegt dieser Grenzwerth zwischen 8 und 8,5 g (vgl. Versuch 13). Bei kurzem, rotirenden Radius und grosser Drehungsgeschwindigkeit der Axe kann man erreichen, dass in der centralgelegenen Hälfte des Reagenzglases die bewegende Kraft kleiner, als die oben angegebenen Grenzwerthe sind, in dem peripherischen Theile aber grösser. Es findet dann an beiden Seiten des Gefässes Ansammlung von Algen statt, indem die der schwächeren Centrifugalkraft ausgesetzten Algen nach dem Centrum wandern, die anderen jedoch an die Peripherie gehen (vgl. Versuch 14). —

Das Resultat bleibt dasselbe wenn auch geringe Wasserströmungen im Sande vorhanden sind (vgl. Versuch 15).

Ferner wurde durch Versuche (vgl. Versuch 16) constatirt, dass nur lebende *Euglenen*, resp. *Chlamidomonaden* die oben genannten Bewegungen und Verschiebungen zeigen, dass dagegen bei Rotation von todtem Material, oder von unbeweglichen *Lycopodium*sporen keine derartige Aufsammlung eintrat.

War die Schwerkraft wirklich die Ursache des Aufsteigens der Algen, so musste bei sehr langsamer Rotation, wo die Centrifugalkraft fast Null wird und somit die richtende Kraft hinwegfällt die Ansammlung an bestimmten Stellen unterbleiben. Dass diese Voraussetzung richtig ist, zeigt uns Versuch 18.

Die letzten Versuche 19 und 20 sind schliesslich der Frage gewidmet, welches Minimum von Kraft nothwendig ist, um überhaupt auf die Schwärmer richtend zu wirken. Es stellte sich heraus, dass *Chlamidomonas* bei einer Beschleunigung von 0,56 g (also ungefähr die Hälfte der durch die Attraction der Erde bewirkten Beschleunigung) bestimmt in derselben Weise orientirt wurde, als dies durch die normale Schwerkraft geschieht. Bei weiterer Verkleinerung der richtenden Kraft bis zu 0,3 und 0,2 *g* war der Effect zweifelhaft, um unter diesem Werthe sicher zu verschwinden.

Es sei mir nun gestattet noch auf das Detail dieser Rotationsversuche einzugehen. Durch einen Wassermotor wurde eine horizontal gestellte Axe in Bewegung versetzt. An derselben befand sich erstens eine 1 *m* lange Stange, an welcher die mit Sand gefüllten Reagenzgläser befestigt wurden, zweitens drei verschieden grosse Scheiben, welche als Schnurläufe dienten und mit den Schnurläufen an der rotirenden Axe des Wassermotors in Verbindung gebracht werden konnten. Je nachdem, ob ich die grösseren Scheiben des Wassermotors mit den kleineren der zu bewegenden Axe oder umgekehrt die kleineren Scheiben mit den grösseren der anderen Axe in Verbindung brachte, erhielt ich eine schnellere oder langsamere Rotation meiner Reagenzgläser mit den Algen.

Da beim Setzen des Sandes etwas Flüssigkeit nach oben steigt, ist es gut etwas trockenen Sand aufzugiessen. Ueberhaupt darf der Sand nicht zu feucht sein, da in diesem Falle durch das Aufsteigen von algenhaltigem Wasser an der Oberfläche des Sandes möglicher Weise eine Ansammlung von Algen stattfinden könnte, welche mit den durch die Centrifugalkraft inducirten Bewegungen der Algen nichts zu zu thun hätte. Um das Licht abzuhalten, wurden die Reagenzgläser mit mehreren Lagen schwarzen Papiers umwickelt. Mit der geschlossenen Seite der Peripherie zugewendet wurden die Reagenzgläser an die oben erwähnten 1 *m* langen Stangen angebunden. Die Anwendung eines so grossen rotirenden Radius (0,5 *m*) hatte den Vortheil, dass man schon bei geringerer Umdrehungsgeschwindigkeit des Motors eine relativ grössere Centrifugalkraft erhielt, da ja die Grösse der Centrifugalkraft proportional der Länge des Radius zunimmt. Ferner war die Differenz der Grösse der Centrifugalkraft an dem peripherischen und centralen Ende des Sandcylinders eine viel geringere, als wenn ich dieselbe Grösse der Centrifugalkraft durch schnelle Umdrehung bei kurzem rotirenden Radius erreicht hätte.

Ich berechnete die Beschleunigung, welche eine Alge beim Centrifugiren erhält nach der Formel:

$$\gamma = \frac{4\,\pi^2\,\mathrm{R}}{\mathrm{T}^2}$$

wobei R der rotirende Radius (in Metern ausgedrückt) T^2 das Quadrat der Zeit einer Umdrehung (in Secunden ausgedrückt) bezeichnet. Das Verhältniss zu g, der Beschleunigung, welche ein Körper durch die Erdschwere erhält wird ausgedrückt durch die Formel:

$$\mathrm{c} = \frac{4\,\pi^2\,\mathrm{R}}{\mathrm{g}\,\mathrm{T}^2}$$

wobei also $\mathrm{c} = \frac{\gamma}{\mathrm{g}}$.

Die Zulässigkeit der angewendeten Rotationsmethode glaube ich nicht erst betonen zu müssen, da dies schon von verschiedenen Seiten geschehen ist. Die durch die Anwendung des feuchten Sandes möglicher Weise entstehenden Fehler habe ich schon früher betrachtet. Auch bei der Rotation der an der Peripherie geschlossenen, mit feuchtem Sand gefüllten Gefässen befindet sich die Wassermenge zwischen den einzelnen Sandpartikelchen im Gleichgewicht, sie erleidet keine Verschiebungen. Nur die in diesem Wasser schwimmenden Algen werden durch die Centrifugalkraft zu bestimmten Bewegungen veranlasst.

Versuch 10. **Euglena viridis bei Anwendung geringerer Centrifugalkraft.**

Je zwei Reagenzgläser mit *Euglena*-haltigem Sande wurden in der Entfernung von 25 resp. 50 *cm* von der Axe angebracht. Dauer des Versuchs von 11 Uhr 10 Min. Vorm. bis 8 Uhr 35 Min. Abends. Temperatur 19—22° C.

Nummer des Reagenzglases	Entfernung des äusseren Endes des Glases von d. Axe in *cm*	Zahl der Axendrehungen in einer Minute	Grösse von c in *g*	Ansammlung der Algen an dem
1 und 2	50	100	5,6	centralen Ende
3 „ 4	25	100	2,8	centralen Ende

Da c nicht grösser als 5,6 *g* wurde, hatten sich die Algen nur an dem centralen Ende angesammelt.

Versuch 11. **Euglena viridis. Bestimmung des Grenzwerthes von c, bei welchem die Algen noch nach Innen gehen.**

Nummer des Reagenzglases	Entfernung des inneren u. äusseren Endes des Glases von der Axe in *cm*	Zahl der Axendrehungen in einer Minute	Grösse von c in *g*	Ansammlung der Algen an dem
1	41—50	240	26,4—32,2	peripher. Ende
2	30—38	240	19,4—24,5	peripher. Ende
3	16—25	240	10,3—16,1	peripher. Ende
4	4—13	240	2,5— 8,3	centralen Ende

Dauer des Versuchs von 11 Uhr 45 Min. Vorm. bis 6 Uhr 15 Min. Abends. Temperatur 19—22° C.

Der Grund warum die *Euglenen* im vierten Glase nach dem Centrum gingen, während sie in den ersten 3 Gläsern in entgegengesetzter Richtung sich bewegten, kann nur in der verschiedenen Grösse der Centrifugalkraft liegen. Der Grenzwerth, bei welchem die *Euglenen* noch nach innen gehen können muss demnach zwischen 8,3 und 10,3 *g* liegen. Zur genaueren Bestimmung dient Versuch 12.

Versuch 12. **Euglena viridis. Bestimmung des Grenzwerthes von c.**

Nummer des Reagenzglases	Entfernung des inneren u. äusseren Endes des Glases von der Axe in *cm*	Zahl der Axendrehungen in einer Minute	Grösse von c in *g*	Ansammlung der Algen an dem
1	32—39	180	11,6—14,1	peripher. Ende
2	27—34	180	9,8—12,3	peripher. Ende
3	20—27	180	7,2— 9,8	beiden Enden
4	15—22	180	5,4— 7,9	centralen Ende

Dauer des Versuchs von 11 Uhr 30 Min. Vorm. bis 7 Uhr 45 Min. Abends.

Wir sehen bei diesem Versuch in den Gläsern 1 und 2 wo $c > 9{,}8$ *g* die Algen nach aussen fortbewegt. Im Glase 3 haben sich Algen sowohl am peripherischen als am centralen Ende angesammelt, bei Glas 4 nur am centralen Ende der Sandschicht. Da sie bei Nr. 3 die Algen aus der Mitte an die beiden Seiten gegangen waren, kann man wohl annehmen, dass die Grösse von c, bei welcher es sich entscheidet, ob die Algen nach innen oder aussen gehen ein Mittel aus diesen zwei Zahlen darstellt. Der Grenzwerth bei welchem die *Euglenen* noch nach innen gehen liegt also ungefähr bei 8,5 *g*. Genauer liess sich dieser Werth nicht bestimmen, da der Gang meines Motors kein vollständig gleichmässiger war und der Werth bei den einzelnen *Euglenen* gewisse Differenzen zeigen wird. Lebhaft bewegte *Euglenen* werden eine grössere Energie besitzen und demnach eine grössere Kraft, die sie fortzutreiben sucht, überwinden können.

Die Grösse 8,5 *g* stellt daher nur einen Mittelwerth dar für lebhaft bewegte *Euglenen*, dessen Grösse sich vermindern wird je mehr die *Euglenen* Ruhezuständen entgegengehen. Dies ändert jedoch nichts an der Thatsache, dass es eine Grösse der Centrifugalkraft giebt, gegen welche die Euglenen nicht mehr ankommen können, sondern in der Richtung dieser Kraft fortbewegt werden.

Versuch 13. **Chlamidomonas pulvisculus. Bestimmung des Grenzwerthes von c, bei dem die Alge noch nach innen geht.**

(Siehe Tabelle S. 64).

Dauer des Versuchs von 11 Uhr Vorm. bis 6 Uhr 15 Min. Abends.

Nummer des Reagenzglases	Entfernung des inneren u. äusseren Endes des Glases von der Axe in *cm*	Zahl der Axendrehungen in einer Minute	Grösse von c in *g*	Ansammlung der Algen an dem
1	43—50	180	15,5—18,0	peripher. Ende
2	39—46	180	14,1—16,6	peripher. Ende
3	26—33	180	9,4—11,9	peripher. Ende
4	18—25	180	6,5— 9,0	mehr am centralen als peripher. Ende
5	10—17	180	3,6— 6,1	centralen Ende
6	6—13	180	2,2— 4,7	centralen Ende

Da hier im Glase 4 an der Peripherie nur wenig, am Centrum aber mehr Algen angesammelt sind, glaube ich, dass der Grenzwerth näher an 9 *g* als an 6,5 *g* liegt. Ungefähr also ebenfalls zwischen 8 *g* und 8,5 *g*. Eine nähere Bestimmung dieses Werthes war aus dem oben genannten Grunde auch hier unthunlich.

Versuch 14. **Chlamidomonas. Rotation mit kurzem Radius bei grosser Umdrehungsgeschwindigkeit.**

Aus den vorher angeführten Thatsachen lässt sich auch das Resultat des folgenden Versuchs erklären. An der sehr schnell rotirenden Axe wurden zwei Reagenzgläser angebracht, welche *Chlamidomonas* und feuchten Sand enthielten. Der Abstand der beiden Enden des Sandcylinders im Reagenzglase von der Axe beträgt 17 resp. 2 *mm*. Da nun die Axe 240 Umdrehungen pro Minute machte ergiebt sich hieraus, dass die Algen an dem einen Ende des Glases einer Kraft von 10,9 *g*, am anderen Ende von 1,3 *g* ausgesetzt waren.

Dauer des Versuchs von 9 Uhr Vormittags bis 7 Uhr 15 Min. Abends. Temperatur 20—21 ° C.

Um 1 Uhr Vormittags war nur eine geringe Ansammlung von *Chlamidomonas* zu beobachten, wohl aber um 7 Uhr 15 Min. Abends, zu welcher Zeit die Algen an beiden Enden des Sandcylinders in grosser Menge angehäuft waren. Die Differenz der Grösse c an dem einen und dem anderen Ende ist ziemlich bedeutend. Da die von uns bestimmte Grenze zwischen diesen beiden Werthen liegt, musste eine Ansammlung von Algen an beiden Enden stattfinden.

Versuch 15. **Euglena. Rotation in offenen Glasröhren.**

Statt der Reagenzgläser, deren geschlossene Seite bei der Rotation nach aussen gerichtet war, verwendete ich hier beiderseits offene Glasröhren, welche auf der peripherischen Seite mit Leinwand verbunden waren, um das Herausfallen des Sandes zu verhüten.

Bei langsamer Rotation ($c < 7\,g$) zeigte sich auch hier Ansammlung von *Euglenen* an dem centralen Ende. Bei sehr schneller Rotation wurden sowohl Wasser als *Euglenen* aus dem Sande hinaus centrifugirt und Ansammlung an dem centralen Ende fand nicht statt. Bei der langsameren Rotation war die Menge des durch die Centrifugalkraft ausgetriebenen Wassers gering, es mussten jedoch, um diesen Wasseraustritt zu ermöglichen, wenn auch geringe Wasserverschiebungen und Strömungen im Sande vorhanden sein. Dieselben hatten jedoch keinen Einfluss auf die Bewegungsrichtung der Algen.

Versuch 16. **Chlamidomonas. Rotation von getödtetem Material.**

Bezeichnung des Materials	Entfernung des inneren u. äusseren Endes des Glases von der Axe in *cm*	Zahl der Axendrehungen in einer Minute	Grösse von c in *g*	Ansammlung
Durch Erwärmen auf 70° C. getödtet	43—50 7—14	210 210	21,2—24,6 3,5— 6,9	— —
Durch Chloroform getödtet	43—50 7—14	210 210	21,2—24,6 3,5— 6,9	— —

Dauer des Versuchs von 9 Uhr 20 Min. Vormittags bis 4 Uhr 15 Min. Nachmittags.

In derselben Zeit zeigte sich bei lebendem Material, das zum Vergleich herangezogen wurde, deutliches Aufsteigen der Algen, das bei den todten *Euglenen* unterblieb.

Versuch 17. **Vergleich zwischen Euglena und Lycopodiumsporen.**

Mit Wasser benetzte *Lycopodium*sporen wurden mit feuchtem Sand gemengt und derselben Centrifugalkraft ausgesetzt wie *Euglena* im Versuch 11. Obgleich hier eine Kraft von 2,5—32,2 *g* wirkte, fand keine Ortsveränderung der *Lycopodium*sporen statt.

Versuch 18. **Chlamidomonas bei sehr langsamer Drehung.**

Nummer des Reagenzglases	Entfernung des inneren u. äusseren Endes des Glases von der Axe in *cm*	Zahl der Axendrehungen in einer Minute	Grösse von c in *g*	Ansammlung der Algen
1 und 2	5—10	6	0,002—0,004	—
3 „ 4	45—50	6	0,018—0,020	—

Dauer des Versuchs vom 19. September 12 Uhr 45 Min. Mittags bis 20. September 7 Uhr 45 Min. Morgens.

Die offene Seite der Gläser 1 und 3 war dem Centrum zugewendet, bei 2 und 4 nach aussen gerichtet. Es geschah dies, um bei etwaiger Ansammlung von Algen unterscheiden zu können, ob der einseitige Luftzutritt einen Einfluss gehabt habe. Mit dem Unterbleiben der besprochenen Ansammlungen war bewiesen, dass sowohl diese minimale Centrifugalkraft von 0,02 *g*, als auch der einseitige Luftzutritt ohne Einfluss auf die Bewegungsrichtung war.

Versuch 19. **Chlamidomonas. Bestimmung des Schwellenwerthes von c, bei welchem Chlamidomonas nach dem Centrum wandert.**

Chlamidomonas geht nach dem Centrum der Rotationsebene wenn c = g ist, d. h. wenn die Beschleunigung, welche der Alge bei der Rotation ertheilt wird, gleich ist der normalen Attraction der Erde. Andererseits haben wir gesehen, dass bei sehr langsamer Rotation, wobei c sehr klein wird, keine Ansammlung von Algen stattfindet. Welches ist nun die Grösse von c, bei welcher der Einfluss auf die Bewegungsrichtung der Algen eintritt. Wir können dieses Minimum als Schwellenwerth bezeichnen, analog dem Ausdrucke der Thierphysiologie für das Minimum einer Kraft, das zur Auslösung gewisser Vorgänge nothwendig ist.

Um hier ganz genaue Werthe zu erlangen, wäre ein Motor nothwendig gewesen, der lange Zeit vollständig gleichmässig, ohne seine Geschwindigkeit zu ändern, gelaufen wäre. Dies war bei dem mir zu Gebote stehenden Wassermotor nicht der Fall. Eine kleine Aenderung der Drehungsgeschwindigkeit giebt bei langsamer Drehung in Bezug auf die ganze Grösse der Centrifugalkraft relativ viel grössere Fehler als bei schneller Rotation. Geht z. B. die Geschwindigkeit von 45 Drehungen pro Minute herab auf 40 Drehungen, so wird c bei einem Radius von 50 *cm* nicht mehr gleich sein 1,13 *g*, sondern nur den Werth von 0,89 *g* haben. Die Differenz beträgt also 0,24 *g*, d. h. ungefähr $\frac{1}{4}$ der ganzen wirkenden Kraft.

Ausserdem kommt noch dazu, dass bei sehr lange andauernden Versuchen Algen auch an die Oberfläche des Sandes kommen werden, ohne dass ihre Bewegungsrichtung von einer bestimmten Kraft beeinflusst worden wäre. Sie können sich regellos in dem Sande vertheilen, wobei unbedeutende Ansammlungen an der Oberfläche des Sandes stattfinden können, die zur Annahme Veranlassung geben, dass hier die Schwerkraft wirksam gewesen wäre.

Ergaben nun aus den hier angeführten Gründen meine in dieser Hinsicht sehr zahlreichen Versuche keine absolut sicheren Zahlen in Bezug auf den eigentlichen Schwellenwerth, so konnte ich doch mit Bestimmtheit feststellen, dass ein Wandern der *Chlamidomonas* nach dem Centrum auch noch stattfindet, wenn $c < g$ ist. In allen Versuchen fand Ansammlung von Algen statt, so bald $c > 0{,}56\ g$ war. Unterhalb dieses Schwellenwerthes war Ansammlung von Algen nur unsicher zu constatiren, wenn ich es auch nach einigen Versuchen für möglich halte, dass *Chlamidomonas* nach dem Centrum ging, wenn c zwischen 0,2 und 0,3 *g* schwankte. Unterhalb dieser Grenze fand keine Ansammlung mehr statt.

Zur leichteren Constatirung von Verschiebungen der Algen im Sande ist es angezeigt, die Reagenzgläser nach dem Versuch horizontal zu legen, wobei die Algen nach oben gehen und uns so ein besseres Bild von ihrer Vertheilung im Sande gewähren.

Nummer des Reagenzglases	Entfernung des äusseren Endes des Glases von der Axe in *cm*	Zahl der Axendrehungen in einer Minute	Grösse von c in *g*	Ansammlung an dem
1	50	45	1,13	centralen Ende
2	40	45	0,90	centralen Ende
3	25	45	0,56	centralen Ende
4	10	45	0,22	—

Dauer des Versuchs von 9 Uhr 45 Min. Morgens bis 6 Uhr Abends.

In dem Glase 3 war die Ansammlung der Algen schwächer als in 1 und 2. Im 4. Glase zeigten die Algen dieselbe Vertheilung wie vor dem Versuche.

Versuch 20. **Chlamidomonas. Bestimmung des Schwellenwerthes.**

An Stelle der mit Sand gefüllten Reagenzgläser wurden bei diesem Versuche kleine Bechergläser (ungefähr 7 *cm* hoch und 4 *cm* breit) verwendet und der *Chlamidomonas*haltige, feuchte Sand an den Wänden des Glases vertheilt Die Gläser wurden mit feuchter Leinwand verbunden, um das Austrocknen des Sandes wenigstens etwas hintan zu halten. Da es sich hier nur um geringe Centrifugalwirkungen handelte, blieb der Sand an der Wand kleben, während er bei starker Rotation wohl an den Grund des Becherglases getrieben worden wäre.

(Siehe Tabelle S. 68.)

Dauer des Versuchs vom 8. October 9 Uhr 15 Min. Vormittags bis 9. October 8 Uhr Morgens (22¾ Stunden). Temperatur 16—18 ° C.

Aus der Gesammtheit meiner Versuche glaube ich zu dem Schlusse berechtigt zu sein, dass die Schwerkraft es ist, welche im Dunkeln unter bestimmten Verhältnissen die Bewegungsrichtung von *Chlamidomonas* und *Euglena* bestimmt.

Es kann dies nun auf zweifache Weise geschehen: erstens die

Nummer des Becherglases	Entfernung des äusseren Endes des Glases von d. Axe in *cm*	Zahl der Axendrehungen in einer Minute	Grösse von c in *g*	Ansammlung von Algen
1	40	45	0,90	constatirt
2	35	45	0,79	constatirt
3	30	45	0,68	constatirt
4	25	45	0,56	constatirt
5	20	45	0,45	unsicher
6	15	45	0,34	unsicher
7	10	45	0,22	—
8	5	45	0,11	—

Schwerkraft wirkt in derselben Weise wie das Licht als Reiz, d. h. *Chlamidomonas* und *Euglena* sind für die Schwerkraft in ähnlicher Art sensibel als für das Licht. Durch die Schwerkraft werden dann in den Algen Kräfte ausgelöst, welche die Längsaxe derselben in eine bestimmte Richtung stellen, in welcher dann die Bewegung erfolgt.

Die andere Möglichkeit ist die, dass die Objecte vermöge der excentrischen Lage ihres Schwerpunktes sich in Ruhelage so stellen würden, dass ihr farbloses, vorderes Ende nach oben gewendet wäre; in diesem Falle würde die Bewegung ebenfalls nach oben führen, ohne dass die Schwerkraft die Bedeutung eines Reizes hätte.

Trotzdem ich die Schwierigkeit, zwischen diesen beiden Fragen mit Sicherheit zu entscheiden, nicht verkenne, glaube ich jedoch durch einige Thatsachen darauf hingewiesen zu sein, dass die Schwerkraft in der That als Reiz wirkt.

In derselben Art wie dies bei Versuch 4 beschrieben, gelangten statt der lebenden getödtete Algen zwischen Deckglas und Objectträger, der vertical gestellt wurde, zur Beobachtung. Der Tubus des Mikroskops war selbstverständlich horizontal gestellt. Zur freien Beweglichkeit der Algen wurden dünne Korklamellen unter das Deckglas gelegt. Es stellte sich nun heraus, dass die getödteten Algen keineswegs in einer bestimmten Lage orientirt waren, sondern vollständig unregelmässig mit dem vorderen Ende nach oben oder unten, nach rechts oder links nach abwärts sanken. *Euglena* ändert beim Tödten häufig die Form ihres Körpers, und in Folge dessen kann der Schwerpunkt ebenfalls Verschiebungen erleiden. Bei *Chlamidomonas* tritt jedoch eine derartige Formveränderung mit dem Tode nicht ein, weshalb eine Verschiebung des Schwerpunktes sehr unwahrscheinlich ist. Es spricht dieser Versuch also direct gegen die Auffassung, als ob die excentrische Lage des Algenschwerpunktes die Bewegungsrichtung bestimme.

Ferner ist zu bedenken, dass es Zustände der Algen giebt, in denen sie zwar Bewegung zeigen, aber nicht von der Schwerkraft beeinflusst werden. Es gilt dies namentlich für Schwärmer, die man längere Zeit im Zimmer cultivirt hat und die daher Neigung haben, in Ruhezustände überzugehen. Ich überzeugte mich jedoch, dass in diesen Fällen die Algen sich noch in normaler Weise bewegten, ja nicht einmal eine besondere Abnahme der Bewegungsgeschwindigkeit war zu bemerken. Diese ganz sicher gestellte Thatsache, dass gewisse Entwicklungsstadien der Algen sich noch bewegten, aber nicht nach oben stiegen, glaube ich dahin deuten zu können, dass diese Stadien für den Reiz der Schwerkraft nicht mehr empfindlich waren.

Etwas Aehnliches haben wir wahrscheinlich auch bei der Kältewirkung, wenn ich dies auch nicht mit positiver Sicherheit behaupten kann. Ich zeigte, dass das Aufwärtssteigen der Algen schon bei einer Temperatur von 5—6° C. unterbleibt. Die Schwärmer sind bei dieser Temperatur jedoch keinesfalls bewegungslos, da nach den Angaben von G. Klebs[1]) *Euglenen* noch im Wasser von wenig über 0° gedeihen und sich bewegen. Trotzdem also die Bewegung nicht sistirt war, wurden die Algen durch die Kälte für den Reiz der Schwerkraft unempfindlich gemacht. Bei der Annahme, dass die excentrische Lage des Schwerpunktes die Bewegungsrichtung bestimme, lässt sich diese Thatsache nicht erklären, man müsste denn eine Verschiebung des Schwerpunktes der Algen bei Temperaturerniedrigung annehmen, was doch sehr unwahrscheinlich ist.

Zudem möchte ich noch an eine Angabe Strasburgers[2]) erinnern, die sich auf die Schwärmer von *Chilomonas curvata* bezieht. Diese Alge bewegt sich nach dem Lichte hin, so lange die Temperatur des umgebenden Wassers nicht auf 6—4° C. herabsinkt. Bei dieser niederen Temperatur zerstreuen sich die Schwärmer im Wassertropfen, gerade so wie bei unzureichender Lichtintensität. Sie bleiben also beweglich, werden aber unempfindlich für das Licht. Die übrigen Angaben Strasburgers, dass bei Verminderung der Temperatur die Schwärmer für Licht empfindlicher werden, beziehen sich auf Temperaturen über 10—12° C. und finden daher keine Anwendung auf unsere Versuche.

Dagegen ist die von Strasburger[3]) erwähnte Thatsache zu beachten, dass mit sinkender Temperatur die Neigung der Schwärmer, sich am Boden anzusammeln, wächst, was wohl andeutet, dass die durch die Schwerkraft herbeigeführte Aufwärtsbewegung von Schwärmern bei sinkender Temperatur nach und nach unterbleibt.

---

1) G. Klebs, l. c. p. 287.

2) E. Strasburger, l. c. p. 59.

3) l. c.

Sehen wir uns weiter nach Analogien mit der Lichtwirkung um, so müssen wir auch noch das Verhalten der Algen gegen verschiedene Intensitäten des Lichtes resp. der Schwerkraft in Betracht ziehen. Beide Kräfte sind erst dann wirksam, wenn sie eine gewisse Intensität erreicht haben. Bei weiterer Steigerung der Intensität dieser Kräfte wird innerhalb einer gewissen Grenze nur dieselbe Bewegungsrichtung der Algen erzielt. Bei der Ueberschreitung dieser Grenze, bewegen sich die Schwärmer in entgegengesetzter Richtung. Diese Analogie beweisst uns jedoch keineswegs, dass die Schwerkraft, ebenso wie das Licht, als Reiz wirkt, da die Schwerkraftswirkung auch noch eine andere Deutung zulässt.

Was nun zunächst die Thatsache betrifft, dass das Eintreten der Aufwärtsbewegung an eine gewisse Stärke der einwirkenden Kraft gebunden ist, so wird eine gewisse Stärke auch nothwendig sein, wenn die excentrische Lage des Schwerpunktes die Bewegungsrichtung der Algen bestimmen soll. Bei sehr langsamer Rotation des Objectes um eine horizontale Axe (wobei die Centrifugalkraft fast Null ist), würde das Vorderende der Alge immer dem Zenith zugerichtet bleiben. Da das Gefäss, in welchem die Alge ist, sich jedoch dreht, so würde die Alge der Reihe nach in der Richtung der Oeffnung des Gefässes, der linken Wand, des Bodens und der rechten Wand des Gefässes fortbewegt werden. Diese einander entgegengesetzten Bewegungen heben sich gegenseitig auf und das Object bleibt an seinem Orte. Eine sehr geringe Centrifugalkraft wird diese Verhältnisse nur in ganz unmerklicher Weise irritiren können und erst bei einer gewissen Stärke der Centrifugalkraft macht sich das Uebergewicht des schwereren Endes der Alge bemerkbar.

Die zweite Thatsache, dass bei starker Centrifugalkraft die Algen sich nicht mehr gegen diese Kraft fortbewegen, sondern in der Richtung dieser Kraft, wird vielleicht so zu erklären sein, dass die Kraft der Algen nicht mehr ausreicht, das eigene Gewicht fortzubewegen, und sie daher passiv fortgerissen werden. Sind die Algen der Erdschwere allein ausgesetzt, so haben sie beim Aufsteigen nur das Gewicht zu heben, um was sie schwerer sind, als das von ihnen verdrängte Volumen Wasser. Die Kraft, welche hierzu nothwendig ist, ist gleich diesem Uebergewicht mal der Beschleunigung durch die Anziehung der Erde. Mit der Zunahme der Rotationsgeschwindigkeit nimmt auch die ihnen ertheilte Beschleunigung zu, die Kraft, welche also jetzt aufgewendet werden muss zur Fortbewegung ist eine grössere. Da die Kraft, welche der Alge inne wohnt, jedoch eine begrenzte ist, während die Centrifugalkraft beliebig gesteigert werden kann, muss es nothwendig eine Grösse der Centrifugalkraft geben, bei welcher die Algen nach Aussen geschleudert werden. Diese Grenze ist erreicht, wenn die Algen eine Beschleunigung von 8—8,5 g erhalten.

Falls es daher gelingt das Gewicht dieser Algen zu ermitteln, so kann man aus den angeführten Zahlen die Kraft dieser Algen berechnen, welche Bestimmung ich mir für später vorbehalte.

Obgleich die Algen bei grosser Steigerung der Centrifugalkraft schliesslich immer nach der Peripherie der Rotationsebene bewegt werden müssen, so ist doch eine selbständige Bewegung in dieser Richtung nicht ausgeschlossen — analog der Umkehrung der Bewegungsrichtung durch zu starken Lichtreiz. In dem Versuch 16 wurden getödtete *Chlamidomonaden* sehr rasch rotirt, sie sammelten sich nicht an der Peripherie an, ebensowenig wie die *Lycopodium*sporen (Versuch 17), obgleich dieselben eine Beschleunigung bis zu 24,6 *g* resp. 32,2 *g* erhielten. Ich erkläre mir dies auf folgende Weise: Die Alge wird sich im feuchten Sande nicht gradlinig fortbewegen können, sondern muss den ihr entgegenstehenden einzelnen Sandpartikelchen ausweichen. Dies kann sie nur im lebenden Zustande, denn getödtet wird sie ebenso wie die *Lycopodium*sporen durch eine grössere Centrifugalkraft fest an die ihr entgegenstehenden Sandpartikelchen angedrückt werden. Lebend gelingt ihr dies Ausweichen, was der Ansammlung an der peripherischen Seite des Gefässes beweist. Es lässt sich jedoch hieraus noch keineswegs der Schluss ziehen, ob sie dabei die Tendenz haben, nach dem Centrum zu gehen, oder nach der Peripherie, d. h. ob ihr farbloses Ende dem Centrum oder der Peripherie zugewendet ist. Ich muss daher die Frage unentschieden lassen, auf welche Weise die Umkehrung der Bewegungsrichtung bei grösserer Intensität der einwirkenden Kraft zu Stande kommt.

Trotzdem wir aus dem Verhalten von *Euglena* und *Chlamidomonas* gegen verschiedene Intensität der Centrifugalkraft keine bestimmte Schlüsse ziehen können, so rechtfertigen doch die vorher erwähnten Thatsachen — die concentrische Lage des Schwerpunktes und das Vorhandensein nicht reizbarer aber beweglicher Zustände — meine Anschauung, dass wir bei der in Rede stehenden Erscheinung der Schwerkraft die Bedeutung eines Reizes beizumessen haben, d. h. sie als auslösende Kraft ansehen müssen. Ich halte demnach an der Analogie der Schwerkrafts- und Lichtwirkung fest.

Bezeichnet man allgemein die Auslösung von Bewegungs- und Wachsthumsvorgängen durch die Schwerkraft als Geotropismus, so könnte man wohl auch diese Erscheinung als eine geotropische bezeichnen. Um jedoch nicht Ungleichartiges mit demselben Namen zu belegen, schlage ich vor, analog wie man die Orientirung der Schwärmsporen durch das Licht mit Phototaxis bezeichnet, die von mir beschriebene Orientirung von *Euglena* und *Chlamidomonas* durch die Schwerkraft als **Geotaxis** zu bezeichnen. Ich glaube, dass hierdurch eine kurze und natürliche Benennung der in Frage stehenden Erscheinung gewonnen ist.

Weiterer Forschung wird die Frage anheimgestellt, ob die an *Euglenen* und *Chlamidomonas* gefundene Erscheinung auch bei anderen Organismen sich wiederfindet. Der Vortheil, den eine derartige Empfindlichkeit gewähren muss, liegt auf der Hand. Werden die Algen durch Sand und Erde verschüttet, durch undurchsichtige Körper bedeckt und dem Lichte entzogen, so wird die Alge durch die Schwerkraft nach oben getrieben und ihr die Möglichkeit geboten, weiter zu assimiliren.

Vielleicht ist die Geotaxis auch bei der Entstehung der sogen. Wasserblüthen wirksam, die ja auch durch die Ansammlung grosser Algenmassen an der Oberfläche des Wassers zu Stande kommen Es kann dies jedoch nur durch Experimente entschieden werden, denn eine derartige Ansammlung an der Oberfläche könnte z. B. auch dann stattfinden, wenn die Algen sich dem Lichte zu bewegen und nun an der Oberfläche adhärirend die Wasserblüthe bilden würden. Ebenso können sich Algen am Grunde von Tümpeln und Lachen ansammeln und doch für die Schwerkraft empfindlich sein, wenn sie z. B. durch Gallerthüllen untereinander zusammenhängend am Boden haften. Also auch hier entscheidet nur das Experiment.

Breslau, pflanzenphysiolog. Institut
der Universität.

11. Julius Wiesner: Note über die angebliche Function der Wurzelspitze beim Zustandekommen der geotropischen Krümmung.

Eingegangen am 21. Februar 1884.

Die Ansicht Ch. Darwin's über die Function der Wurzelspitze beim Zustandekommen des Geotropismus ist in physiologischen Kreisen allgemein bekannt geworden. Es soll, der Darwin'schen Hypothese zufolge, die Schwerkraftswirkung an geotropisch sich krümmenden Wurzeln gar nicht dort erfolgen, wo wir den Effect erblicken; vielmehr soll die Schwerkraft auf die Wurzelspitze einen Reiz ausüben, welcher nach der Zone stärksten Wachsthums übertragen wird, in der dann die Abwärtskrümmung sich vollzieht.

Dieser Behauptung bin ich zuerst entgegengetreten; und zwar in meiner Schrift: Das Bewegungsvermögen der Pflanze, Wien, 1881. Ich ging von dem sehr naheliegenden Gedanken aus, dass ihrer Spitze beraubte Wurzeln nur deshalb eine schwache oder gar keine geotropische Abwärtskrümmung zeigen, weil sie in Folge der Verletzung[1]) nicht mehr normal sind, vielmehr in einem Zustande verminderter Reactionsfähigkeit sich befinden. Ich constatirte die Verminderung der Wachsthumsfähigkeit gekappter Wurzeln und suchte aus dieser Thatsache im Vereine mit zahlreichen anderen verwandten, denen zufolge die Eignung der Organe zu paratonischen Nutationen mit steigender Wachsthumsfähigkeit innerhalb gewisser noch nicht ermittelter Grenzen zunimmt und umgekehrt, den verminderten Geotropismus ihrer Spitze beraubter Wurzeln zu erklären. Die von mehreren Seiten mir zugemuthete Behauptung, es bestehe eine strenge Proportionalität zwischen Geotropismus und dem Grade des Wachsthums habe ich niemals ausgesprochen, vielmehr durch zahlreiche Versuche bewiesen, dass eine gekappte Wurzel noch beträchtlich wachsen könne, ohne dabei selbst in günstigster Lage geotropisch zu werden.

Seit dem Erscheinen meines eben genannten Buches ist eine ganze Flut von Schriften und Abhandlungen erschienen, welche sich mit der angeblichen geotropischen — wohl auch mit der Gehirnfunction — der Wurzelspitze ausschliesslich oder nebenher beschäftigen. Ein Theil der Autoren stimmt Darwin zu, ein anderer Theil acceptirte meine, zum mindesten nüchternere Anschauungsweise.

Ich habe es bisher unterlassen, die Einwürfe meiner Gegner zu bekämpfen, wohl aber nicht aufgehört, in Verbindung mit einigen meiner Mitarbeiter, besonders mit meinem Assistenten, Herrn Dr. Molisch, und dem Eleven des pflanzenphysiologischen Instituts, Herrn Rich. v. Wettstein, die Wachsthums- und die dieselben begleitenden Bewegungserscheinungen der Wurzeln auf das Eingehendste zu studiren. Einige der von uns unternommenen Untersuchungen wurden bereits abgeschlossen und veröffentlicht[2]). Meine den Geotropismus der Wurzeln und die Darwin'sche Krümmung betreffende Arbeit ist nunmehr auch beendigt und wird in kürzester Frist dem Drucke übergeben werden.

Da die in der zu veröffentlichenden Arbeit vollständig beantwortete Frage über die angebliche Function der Wurzelspitze ein actuelles Interesse darbietet und auch in diesen Berichten[3]) ventilirt wurde, so

---

1) l. c. p. 209.

2) So die Arbeit über den Hydrotropismus von Molisch (Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wiss. Bd. 88. 1883), ferner dessen Untersuchung über das Längenwachsthum intacter u. decapitirter Wurzeln (diese Berichte, 1883, Bd. I, Heft 8); sodann die von Wettstein ausgeführte Untersuchung über die Wachsthumsgesetze der Wurzeln (vorgelegt der kais. Akad. d. Wiss. am 14. Febr. 1884).

3) Die in diesem Berichte (Band I, Heft 5) erschienene Abhandlung Krabbe's („Zur Frage nach der Function der Wurzelspitze“) könnte ich wohl mit Stillschweigen übergehen, da dieselbe gar keine irgendwie durch thatsächliche Beobachtungen be-

will ich in der vorliegenden Notiz das Hauptergebniss meiner diesbezüglichen Untersuchungen in Kürze vorläufig mittheilen.

Die von Darwin behauptete Reizfunction der Wurzelspitze durfte nur als eine unerwiesene Hypothese angesehen werden. Dass derselben von mehreren Seiten ein grösserer Werth, von einigen sogar die Bedeutung einer Thatsache beigelegt wurde, beruht auf einem logischen Fehler, wie ich gleich zeigen werde. Wenn ich von der Wurzel die Spitze abtrage und finde, dass sich die erstere geotropisch krümmt, so kann ich mit Bestimmtheit sagen, dass die Anwesenheit der Spitze zur geotropischen Krümmung nicht erforderlich ist. Wenn ich aber finden sollte, dass nach Entfernung der Spitze die geotropische Krümmung sich nicht einstellt, so folgt daraus noch nicht, dass der Geotropismus von der Spitze ausgehe, und noch weniger, dass die Spitze durch die Schwerkraft gereizt werde und den Reiz auf die wachsende Region übertrage. Da nämlich durch die Abtragung der Spitze die Wurzel verletzt wurde, so muss doch, wenn letztere auf ihre Reactionsfähigkeit geprüft

---

legte Ergebnisse, sondern bloss unerwiesene Behauptungen (l. c. p. 233 zusammengefasst) enthält. Da indess der Autor in seiner Abhandlung erklärt, meine Beobachtungen ständen im Widerspruche mit den seinen, so könnte es zu Missdeutungen führen, wenn ich den gegen mich erhobenen Vorwurf an dieser Stelle unbeantwortet liesse. Ich fand, dass decapitirte Wurzeln im feuchten Raume schwächer wachsen, als intacte. Krabbe giebt die Retardation des Wachsthums gekappter Wurzeln zu, sagt aber, selbe sei nicht so gross als die von mir angegebene. Wie gross ist aber die Retardation nach seinen Beobachtungen? Darüber ist in seiner Abhandlung kein Wort zu finden. Selbst eine Angabe über das Medium, in welchem die Wurzeln cultivirt wurden, fehlt. Die Retardation des Wachsthums gekappter Wurzeln variirt — ganz abgesehen von dem nur durch eine sehr grosse Zahl von Beobachtungen zu eliminirenden Einfluss der Individualität der Keimlinge — nach den Versuchsbedingungen, wie meine baldigst zu veröffentlichenden Untersuchungen lehren werden, ferner auch dem Entwickelungszustand der Wurzeln so ausserordentlich, dass mehrere unabhängig von einander arbeitende Beobachter, selbst wenn ihre Endergebnisse im Wesentlichen übereinstimmen, in der zahlenmässigen Begründung ihrer Resultate voraussichtlich von einander abweichen werden. Obgleich nun zwischen Krabbe's und meinen in Rede stehenden Angaben nur ein gradueller Unterschied besteht, sagt er doch, dass ich in Betreff der Frage über das Wachsthum decapitirter und intacter Wurzeln nicht nur mit ihm, sondern mit allen jenen, die mit amputirten Wurzeln gearbeitet haben (Sachs, Darwin, Kirchner) in Widerspruch gerathe. Nun haben aber die Genannten behauptet, dass die Decapitation das Wachsthum der Wurzel nicht beeinträchtige. Mithin wäre Krabbe der Wahrheit näher gekommen, wenn er gesagt hätte, seine Beobachtungen ständen im Widerspruche mit denen von Sachs etc. und stimmen, wenn auch nicht dem Grade, so doch dem Wesen nach mit meinen überein. — Was die von Krabbe gegen mich gerichteten kritischen Bemerkungen anlangt, so gebe ich dieselben dem objectiven Urtheil der Leser anheim und bemerke nur noch, dass die von ihm vorgenommene Umrechnung meiner Beobachtungen auf einer unrichtigen Voraussetzung beruht, indem er mir eine Form der procentischen Berechnung zumuthet, welche in meinem Buche gar nicht enthalten ist.

werden soll, vor allen constatirt werden, welche Veränderungen sie durch die Decapitation erfahren hat. In unserem speziellen Falle muss doch die erste Frage die sein, ob die Entfernung der Spitze nicht eine Herabsetzung der geotropischen Empfänglichkeit zu Folge haben müsse.

Diese Frage hat sich Darwin gar nicht vorgelegt; er schritt vielmehr sofort zur Aufstellung seiner Hypothese. Weder er noch seine Anhänger erbrachten aber den Beweis, oder haben es durch den Versuch selbst auch nur wahrscheinlich gemacht, dass die Wurzelspitze den geotropischen Reiz empfange, und noch weniger den, dass die Wurzelspitze diesen Reiz aufnehme und weiterleite. Es ist übrigens nach unseren anderweitigen Erfahrungen über reizbare Organe gar nicht einmal wahrscheinlich, dass ein aus Urmeristem bestehendes Gebilde wie die Vegetationsspitze der Wurzel Bewegungsreize aufzunehmen im Stande sei. —

Ich glaubte bei meinem Versuche, den verringerten, beziehungsweise aufgehobenen Geotropismus decapitirter Wurzeln zu erklären, vorsichtiger als Darwin und seine Anhänger vorgegangen zu sein, indem ich prüfte, ob die bei Abtragung der Spitze eintretende Verletzung nicht eine Herabsetzung, beziehungsweise Vernichtung der Fähigkeit zum Geotropismus in dem betreffenden Organe herbeiführen müsse.

Was ich im „Bewegungsvermögen“ über die in Folge der Decapitation eintretende Retardation des Längenwachsthums von in feuchter Luft und feuchten Substraten wachsenden Wurzeln aussagte, ist durch die früher genannten umfassenden Untersuchungen von Molisch bestätigt worden, denen gegenüber die spärlichen Beobachtungen anderer Forscher gar nicht in's Gewicht fallen, weil bei Versuchen, welche auf den Vergleich verschiedener Individuen beruhen, die durch die Individualität der Versuchspflanze bedingte Störung nur durch ausgedehnte Versuchsreihen eliminirt werden kann.

Ausser den ca. 400 Keimlingen, mit denen Molisch operirte, weisen unsere Aufzeichnungen über das Wachsthum intacter und decapitirter, in feuchten Medien[1]) gezogener Wurzeln, noch Daten über mehrere Hunderte von Keimlingen auf, welche meine früheren Angaben bestätigen.

---

[1]) Werden die Wurzeln constant in Wasser gezogen, so wachsen die decapitirten, namentlich im Anfange, beträchtlich stärker als die intacten. Diese merkwürdige Thatsache lehrt, wie genau bei Versuchen über das Längenwachsthum decapitirter und intacter Wurzeln vorgegangen werden muss. Sorgt man nicht für constant (absolut) feuchten Raum, arbeitet man z. B. nach der bekannten Sachs'schen Methode, bei welcher die Wurzeln der im feuchten Raume wachsenden Pflanzen zeitweilig mit Wasser besprengt werden, so erhält man werthlose, unvergleichbare Resultate. Ueber die aus Nichtberücksichtigung der angedeuteten Verhältnisse entspringenden und anderweitigen Fehler, in welche einige Beobachter verfielen, werde ich in der angekündigten Abhandlung mich ausführlich aussprechen. Es wird aber jetzt schon klar sein, dass es z. B. für das Resultat gar nicht gleichgültig ist, ob man innerhalb bestimmter Temperaturgrenzen bei steigender oder fallender Temperatur den Versuch durchführt und dass überhaupt diese Art von Versuchen gar nicht so

Durch weiter fortgesetzte Untersuchungen wurde constatirt, dass jede Wurzel durch die Decapitation eine Herabsetzung ihres Turgors erfährt, sowohl im Augenblick des Anschnittes, wie sich von selbst versteht, als auch später, wie schon aus dem alsbald aus der Schnittwunde austretenden Wassertropfen zu ersehen ist, wie ich aber auch anderweitig festgestellt habe. Da aber jede Wurzel in ihrer geotropischen Reactionsfähigkeit herabgesetzt wird, sobald deren Turgor sinkt, wie sich leicht durch schwach gewelkte oder schwach plasmolytisch gemachte Wurzeln zeigen lässt, so folgt, dass eine decapitirte Wurzel weniger geotropisch sein muss als eine intacte.

Auf eine nähere Begründung dieser Angaben wie auf andere von mir constatirte Veränderungen, welche die Wurzeln kurz nach der Decapitation erleiden und die alle der geotropischen Krümmung abträglich sind, kann ich hier nicht näher eingehen, sondern muss auch hier auf meine später erscheinende Abhandlung verweisen. Nur das eine muss ich noch zum Verständniss des Folgenden bemerken, dass decapitirte Wurzeln nach wenigen Stunden häufig unregelmässige Krümmungen annehmen, welche die Prüfung auf Geotropismus desto mehr erschweren, je mehr von der Wurzelspitze entfernt wurde oder je geringer der Turgor der Wurzel geworden ist.

Die geotropische Empfindlichkeit decapitirter Wurzeln ist im Vergleiche zu der intact gebliebener unter sonst gleichen Verhältnissen eine geringe und kann bei starker Decapitation bis auf Null sinken. In Folge dieses Umstandes muss auf das Sorgfältigste exprimentirt werden, um den zumeist nur in schwachem Grade vorhandenen Geotropismus zu constatiren. Da aber namentlich stark decapitirte Wurzeln[1]) unregelmässige, d. h. nach den verschiedensten Richtungen gehende Krüm-

---

einfach und so leicht durchführbar sind, als dies von einem Beobachter in diesen Berichten behauptet wurde.

1) Die Strecke, bis zu welcher eine Wurzel decapitirt werden kann, ohne ihren Geotropismus einzubüssen, lässt sich nicht durch allgemein gültige Zahlen ausdrücken, sondern hängt von der Art der Versuchspflanze und von deren Entwickelungsstufe ab. Es lässt sich aber auch nur beiläufig so viel sagen, dass, je weiter die Zone des stärksten Zuwachses von der Spitze entfernt liegt, desto weiter in der Regel die Decapitation unbeschadet ihres Geotropismus sich treiben lässt. Die gewöhnlichen Versuchspflanzen (Keimlinge von Mais, Bohnen, Erbsen etc.) lassen bei einer Decapitation bis etwa zu 1 *mm* den Geotropismus häufig noch gut erkennen, darüber hinaus bis etwa 2 *mm* nehmen die anderweitigen Krümmungen so überhand, dass sich an derartigen Objecten die geotropische Krümmungsfähigkeit direct nicht mehr nachweisen lässt. Und doch wurde behauptet, die Wurzelspitze der Keimlinge sei in einer Strecke bis zu 2 *mm* reizbar! (Diese Berichte, Bd. I, p. 233).

mungen annehmen, so ist man häufig Täuschungen ausgesetzt, indem sich durch den Augenschein nicht entscheiden lässt, ob die Abwärtskrümmung Folge des Geotropismus ist oder mit den genannten irregulären Krümmungen zusammenfällt. Bei Anwendung einer grossen Zahl von nur schwach decapitirten Wurzeln wird man unter Beobachtung aller Vorsichten immerhin eine so grosse Zahl von Wurzeln nach abwärts gewendet finden, dass der Schluss berechtigt erscheint, es liege hier Geotropismus vor. Da die Mehrzahl der nach abwärts gewendeten Wurzeln relativ starke Zuwächse aufweist, so gewinnt der genannte Schluss an Sicherheit.

Immerhin lässt diese Beweisführung vieles zu wünschen übrig, da sie nur bei einer grossen Zahl von Beobachtungen und grosser Sorgfalt zum Ziele führt und auch nicht zu einem zwingenden Schluss leitet: weil immer der Einwand, die Abwärtskrümmung sei noch kein absoluter Beweis für den Geotropismus, erhoben werden darf. Freilich lässt sich dieser Einwand durch die Zahl der Beobachtungen abschwächen und das Resultat befestigen; ein derartiges Beweisverfahren leidet aber an Mangel an Anschaulichkeit und zwingender Kraft.

Um diesen Uebelstand zu beseitigen, habe ich einen Versuch angestellt, welcher wohl von jedem Unbefangenen als beweiskräftig genug angesehen werden dürfte, um die Darwin'sche Hypothese der geotropischen Reizübertragung als Irrweg zu erkennen. Wie in allen den Geotropismus betreffenden Streitfragen ist auch in der vorliegenden nur im Knight'schen Versuch ein experimentum crucis zu finden. Ich habe diesen Weg eingeschlagen; mit welchem Erfolge wird sich gleich zeigen.

Keimlinge von Mais, deren Wurzeln eine Länge von 15 bis 20 *mm* hatten, wurden von der Spitze an in Abstände von einem Millimeter in einer Strecke von 10 *mm* zart markirt, in geräumigen durchnässten Thon- bez. Glasgeschirren vertical aufgestellt (mit Nadeln auf angesiegelten Kork befestigt), durch Bedeckung des Bodens der Gefässe mit nasser, festgeklemmter Watte und durch passenden Verschluss für feuchten Raum Sorge getragen. Ein Theil der Wurzeln blieb intact, der andere wurde in einer Strecke von einem Millimeter decapitirt. Die mit den Keimlingen versehenen Gefässe wurden auf einem mittelst Wasserkraft durch einen Schmid'schen Motor getriebenen Centrifugalapparat befestigt und gleichmässig horizontal rotiren gelassen. Jeder Versuch dauerte 6 Stunden. Die Temperatur betrug 16—19° C. Die Fliehkraft wurde gesteigert bis auf 41 *g*. Bei einer Umdrehungsgeschwindigkeit, welche 20 bis 41 *g* entsprach, kehrte jede Wurzel ihre Spitze genau nach aussen; sowohl die intacten, als die decapitirten. Alle Wurzeln wuchsen während des Versuchs, die intacten stärker als die ihrer Spitze beraubten. Die ersteren krümmten sich stärker als die letzteren, aber selbst bei diesen ging in einzelnen Fällen die Krümmung so weit, dass die Spitze fast horizontal zu liegen kam. Die Krümmung erfolgte sowohl bei den intacten als decapitirten in den Zonen des stärksten Zuwachses.

Wie es Sachs[1]) gelungen ist, den direct kaum nachweislichen Geotropismus von Nebenwurzeln durch den Knight'schen Versuch in zwingendster Weise anschaulich zu machen, so gelang es mir auf demselben Wege den Geotropismus decapitirter Wurzeln unwiderleglich zu beweisen.

Aus den mitgetheilten Thatsachen und Auseinandersetzungen ergiebt sich: erstens, dass decapitirte Wurzeln geotropisch sind, mithin die Wurzelspitze zur Hervorbringung des Geotropismus nicht erforderlich ist; zweitens, dass die Decapitation in der Wurzel Zustände hervorruft, welche den Geotropismus beeinträchtigen, mithin eine ihrer Spitze beraubte Wurzel nothwendigerweise geschwächten Geotropismus darbieten müsse.

Damit ist die an sich sehr unbedeutende Erscheinung des häufig bis zur Unkenntlichkeit geschwächten Geotropismus einer durch Decapitation verletzten Wurzel genügend erklärt und der auf dem Verhalten solcher Wurzeln gestützten Reizhypothese der Boden entzogen.

12. J. Brunchorst: Die Function der Spitze bei den Richtungsbewegungen der Wurzeln.

1. Geotropismus.

Eingegangen am 21. Februar 1884.

Die vorliegende Abhandlung ist der erste Theil einer Untersuchung, die ich auf Vorschlag des Herrn Professor Frank in Berlin in seinem Laboratorium vorgenommen habe, um die von Darwin aufgestellte Theorie über die „Gehirnfunktion" der Wurzelspitze bei den verschiedenen Richtungsbewegungen der Wurzeln zu prüfen. Diese Frage ist, besonders was das Verhalten der Spitze gegenüber der Einwirkung der Schwerkraft betrifft, vielfach behandelt worden, ohne dass sie bisher auch nur was die einfachen Thatsachen betrifft als abgeschlossen angesehen werden konnte; dazu waren die Widersprüche zwischen den verschiedenen Beobachtungen zu gross. Um diese Widersprüche ein wenig zu klären habe ich es deshalb auch für nützlich gehalten die Literatur ziemlich eingehend kritisch zu berücksichtigen.

---

[1]) Arbeiten des bot. Inst. Bd. I. S. 608.

An dieser Stelle erlaube ich mir Herrn Professor Frank für den werthvollen Beistand, den er mir bei den Untersuchungen geleistet hat, meinen besten Dank abzustatten.

Ciesielski ist der erste, der eine besondere Funktion der Spitze bei der Abwärtskrümmung der Wurzeln beobachtet hat[1]). Er fand, dass „die Abwärtskrümmung der Wurzel nur stattfindet, so lange die Spitze unversehrt ist, dass sie dagegen unterbleibt, sobald diese beschädigt oder entfernt ist", und dass die Krümmungsfähigkeit erst dann wieder eintritt, wenn nach einigen Tagen ein neuer Vegetationspunkt gebildet ist. In seiner grundlegenden Arbeit „Ueber das Wachsthum der Haupt- und Nebenwurzeln"[2]) hat Sachs den Versuch von Ciesielski wiederholt, jedoch mit einem verschiedenen Resultate. Er findet, dass gekappte Wurzeln, wenn sie in feuchter Erde wachsen, „sich häufiger abwärts wie aufwärts krümmen" und erklärt den Umstand, dass gekappte Wurzeln sich nicht so wie gesunde immer nach unten biegen, dadurch, dass die Köpfung Nutationen hervorrufe, die oft so stark seien, dass dadurch die Abwärtskrümmung aufgehoben werde. Die nächste Arbeit in welcher diese Frage behandelt wird ist Darwins „über das Bewegungsvermögen der Pflanzen". Hier wird wieder die Ciesielski'sche Beobachtung bestätigt und die Funktion der Spitze auch auf andere Richtungsbewegungen ausgedehnt

Von beinahe 100 Wurzeln der verschiedensten Pflanzen wurden die Spitzen abgeschnitten oder geätzt, und von allen diesen haben nur etwa $^1/_{10}$, meist ganz schwache, geotropische Krümmungen gemacht, während die Kontrolwurzeln sich während derselben Zeit als deutlich geotropisch erwiesen, ein Resultat, das die Richtigkeit der Ciesielski'schen Beobachtungen deutlich darzulegen scheint und in scheinbarem Gegensatze zu dem Ergebnisse von Sachs steht. Die Erklärung dieses Widerspruches wird aber schon von Darwin selbst gegeben; derselbe hat nämlich beobachtet, dass die Wurzelspitze, wenn sie schief abgeschnitten oder einseitig verwundet ist, eine Biegung des wachsenden Theiles von der Wundstelle weg hervorruft. Diese sogenannte „Darwin'sche Krümmung" war zur Zeit wo Sachs seine Versuche anstellte unbekannt, und es konnte ihm deshalb nur wenig daran gelegen sein, die Spitze genau quer zur Längsaxe abzuschneiden, was überhaupt nicht leicht ausführbar ist; und eben durch ein schiefes Abschneiden, nicht aber durch einen genauen Querschnitt werden die scheinbar un-

---

1) Cohn's Beiträge z. Biologie. Bd. I. p. 21.

2) Arb. d. bot. Inst. Würzb. Bd. I. p. 432.

regelmässigen Krümmungen hervorgerufen. Auch hat Sachs wenig von der Spitze entfernt (0,5—1 *mm*), wobei es vorkommt, dass nicht die ganze „empfindliche Zone" entfernt wird und wodurch also die Krümmungsfähigkeit nicht immer zerstört wird[1]). Dies erklärt es, dass sich seine Wurzeln öfter nach unten wie nach anderen Richtungen krümmten.

Durch Darwin's Buch bekam die hier behandelte Frage ein sehr erhöhtes Interesse indem er bekanntlich der Spitze eine Art „Gehirnfunktion" zuschrieb. („Die in dieser Weise ausgerüstete Spitze des Würzelchens ..... wirkt gleich dem Gehirn eines der niederen Thiere" l. c. p. 492).

Diese in der Physiologie der Pflanzen ganz neue Begriff konnte nicht umhin neue Untersuchungen hervorzurufen die sich zuerst gegen die Ansicht Darwins richteten.

Zunächst war es Detlefsen[2]), der wesentlich die Frage nach der Empfindlichkeit der Spitze gegen Druck erörterte, aber auch die Richtigkeit der Ciesielski-Darwin'schen Beobachtungen über Geotropismus decapitirter Wurzeln bestritt. Er schliesst: „Da horizontal gelegte, gekappte Wurzeln sich weit öfter nach unten wie nach anderen Richtungen krümmen, ist damit bewiesen, dass sie noch geotropisch sind, dass also die Gravitation nicht bloss auf die Wurzelspitzen, sondern auch auf die ganze sich krümmende Region der Wurzel einwirkt". Dies hört sich ziemlich entscheidend an; leider sagt aber Detlefsen nicht, durch welche und wie viele Versuche er zu einem solchen, demjenigen Darwin's schroff gegenüberstehenden Resultate gekommen ist, was doch ziemlich wünschenswerth wäre, wenn man die Ergebnisse eines so guten und bewährten Beobachters wie Darwin als vollständig unrichtig erklärt, Ergebnisse die sich ausserdem auf etwa 100 Versuchswurzeln stützen, von denen 90 pCt. (was nicht ganz dasselbe ist wie „die meisten", wie es Detlefsen citirt) sich nicht geotropisch gekrümmt haben. Einen Versuch führt jedoch Detlefsen als besonders entscheidendes Beispiel an, weil er unter denselben Temperatur-Verhältnissen wie Darwin's Versuche ausgeführt wurde. 12 Eichenkeimwurzeln wurden decapitirt und in feuchte Erde horizontal gelegt. Von diesen hatten sich 1 stark, 5 schwach nach unten, 4 seitwärts und 1 nach oben gekrümmt. Das Resultat dieses Versuches spricht, wie wir sehen, nicht annähernd so stark gegen die Ergebnisse Darwin's wie das obige Citat aus Detlefsen's Abhandlung, und wenn es mir auch unerklärlich ist, wie dieses Resultat zu Stande gekommen ist, was mit den Beobachtungen anderer Forscher so sehr im Widerspruche steht, so ist doch der einzige speciell aufgeführte Versuch so wenig entscheidend, dass man wohl den anderen nur in allgemeinen Ausdrücken („weit öfter nach unten“) besprochenen Experimenten nicht viel Gewicht beilegen darf.

---

[1]) cfr. Krabbe in Ber. d. d. botan. Ges. 1883, p. 232 und Kirchner's Beobachtungen, die dasselbe zeigen.

[2]) Ueber die von Ch. Darwin behauptete Gehirnfunction d. Wurzelspitze. (Arb. d. bot. Instit. Würzbg. II. p. 627).

Beinahe gleichzeitig mit Detlefsen's Arbeit wurde auch die kritische Studie von Wiesner[1]) über Darwin's Buch veröffentlicht.

Sowohl Kirchner[2]) wie später auch Krabbe[3]) haben sich bestimmt gegen die Resultate dieses Forschers ausgesprochen; ich finde es aber doch der Mühe werth, auf die Untersuchungen Wiesner's etwas näher einzugehen, weil ja dieser Forscher doch der Hauptgegner von Darwin's Ansicht über die Gehirnfunktion der Wurzelspitze ist, und der einzige, der eine andere Erklärung der (auch nach Wiesner und Detlefsen) häufig eintretenden Nicht-Krümmung decapitirter Wurzeln versucht hat. Um so mehr ist dies nothwendig, als Kirchner's Versuche für seine Auffassung nicht viel mehr entscheidend sind, wie die von Detlefsen für die entgegengesetzte, und weil das Resultat, zu dem Kirchner gelangt, auch nicht ganz mit den von Ciesielski und Darwin erhaltenen übereinstimmt. Er hat im Ganzen 31 Wurzeln gekappt, von diesen haben sich 13 (also beinahe $\frac{1}{3}$) nach unten gekrümmt, ein Resultat, dass, wenn mandie Wurzeln als vollständig decapitirte ansieht, wie es Kirchner thut, mit Wiesner's Ergebnisse beinahe übereinstimmt. Kirchner hat aber bei manchen Versuchen sehr wenig (weniger wie 1 *mm*) abgeschnitten, was seine Ergebnisse vollständig erklärt, indem ja dann immer (wie früher bei Sachs Versuchen erwähnt) die Möglichkeit da ist, dass ein Theil der empfindlichen Region erhalten bleibt und also Krümmung eintreten muss. Der Schluss, den Kirchner aus diesen Versuchen zieht ist also, „dass ihrer Spitze beraubte Wurzeln in ihrer Fähigkeit zu geotropischen Krümmungen bis zu völligem Verlust derselben beeinträchtigt werden“, was doch eine andere Auffassung der Funktion der Wurzelspitze andeutet als die von Darwin vermuthete „Gehirnfunktion“. Wenn nämlich decapitirte Wurzeln in ihrer Krümmungsfähigkeit nur beeinträchtigt werden, so dass einige, trotz vollständiger Decapitirung doch eine, wennschon geschwächte, Krümmungsfähigkeit behalten, dann kann doch von einem „Gehirn“, das allein empfindlich sei, nicht mehr die Rede sein, und die Erklärung liegt wenigstens viel näher, dass durch die Verwundung eine solche Störung des normalen Wachsthums stattfinde, dass etwa nur die, der Schwerkraft gegenüber empfindlichsten Wurzeln diese zu überwinden und eine normale Krümmung auszuführen im Stande sind.

---

[1]) Ueber das Bewegungsvermögen d. Pflanzen. (Wien 1881.)

[2]) Empfindlichkeit der Wurzelspitze für die Schwerkraft. (Programm zur 64. Jahresfeier d. landw. Akad. Hohenheim. Stuttg. 1882.)

[3]) Zur Frage nach der Function d. Wurzelspitze. (Ber. d. d. bot. Ges. 1883. p. 226).

Nach seinen Versuchen scheint es mir, wie auch Krabbe bemerkt, dass sich Kirchner dieser mehr mit Wiesner übereinstimmenden Erklärung anschliessen müsste, als der von Darwin, für die er sich doch bestimmt ausspricht und die Frage ist also nach Kirchner's Arbeit ebenso unentschieden als zuvor.

Nach dieser Digression komme ich auf die Arbeit von Wiesner. Seine Ergebnisse sind, soweit sie sich auf die Frage nach der Krümmungsfähigkeit decapitirter Wurzeln beziehen, folgende:

1. Geköpfte Wurzeln wachsen weniger in die Länge als intact gebliebene unter den gleichen Vegetationsbedingungen.

2. Wenn die Wachsthumsfähigkeit geköpfter Wurzeln nur wenig herabgesetzt wird, können auch diese geotropische Krümmungen machen.

Was den Satz 1. betrifft, hat schon Kirchner diesen widerlegt, und ist sogar zu dem entgegengesetzten Resultate gekommen, dass decapitirte Wurzel gewöhnlich stärker wachsen wie intacte; allein seine Versuche haben den Uebelstand, dass er gewöhnlich weniger von der Spitze abgeschnitten hat, wie Wiesner. Dieser giebt nämlich an, er habe überall 1 *mm* entfernt, während bei Kirchner diese Länge in $\frac{2}{3}$ der Fälle nicht erreicht wird; wodurch ja ein verschiedenes Resultat erklärt werden kann.

Durch meine Versuche bin ich nun zu der Ueberzeugung gelangt, dass Kirchner's Ansicht die richtige ist. Ich halte es sogar für nicht unwahrscheinlich, dass die Köpfung in der That als eine Art Reiz wirkt und verstärktes Längenwachsthum in den höherliegenden Zonen veranlasst, nur wird diese Wirkung der Köpfung für gewöhnlich dadurch überdeckt und derselben entgegengewirkt, dass die Decapitirung manchmal etwas von der wachsenden Region entfernt und auch in der der Wundstelle am nächsten liegenden wachsenden Zone (welche in den meisten Fällen nicht die am stärksten wachsende ist), Störungen und Zersetzungen hervorbringt, die das Wachsthum dieser Regionen vermindert.

Andererseits habe ich den ersten Satz Wiesner's für die meisten Fälle, wo 1 *mm* decapitirt wurde, bestätigt gefunden, nur ist die kolossale Beeinträchtigung der Verlängerung, die Wiesner gefunden, von mir ebensowenig wie von Kirchner, Krabbe[1]) und von Wiesner's Assistent Molisch[2]) beobachtet worden. Ich kann das Ergebniss Wiesner's nur dadurch erklären, dass er die Wurzeln unter ungünstigen Verhältnissen cultivirt hat oder, wie Kirchner vermuthet, aus Versehen ziemlich viel mehr wie 1 *mm* abgeschnitten hat. Dass das verschiedene Resultat von Kirchner und Wiesner darauf beruhen sollte, dass der letztere bei höherer Temperatur, also unter günstigeren Verhältnissen gearbeitet habe, wie dies Molisch behauptet, kann ich gar nicht gelten lassen, weil Wiesner's Wurzeln, sowohl die intacten wie die decapitirten, sich gar nicht so ausserordentlich gut verlängert haben, wie dies bei einer höheren Temperatur unter sonst günstigen Verhältnissen nach Molisch's eigenen Versuchen der Fall gewesen wäre. Ich werde zum Beweise der Behauptung, dass Wiesner's geköpfte Wurzeln krank gewesen sind oder zu stark decapitirt wurden, einige Zahlen beibringen, die theils aus Wiesner's Abhandlung stammen, theils aus der oben genannten von Molisch, theils auch aus eigenen Versuchen, bei welchen 1 *mm* der Spitze und jedenfalls nie weniger abgeschnitten wurde. Die hier aufgeführten Beispiele sind deshalb gewählt worden, weil der Zuwachs der intacten Wurzeln mit dem von Wiesner beobachteten beinahe übereinstimmt. Nur bei *Faba* ist die Durchschnittszahl aus nur 4 Messungen (wie bei Wiesner) gewonnen, in den anderen Fällen habe ich mehr Wurzel benutzt.

---

[1]) l. c. p. 229.

[2]) Ueber das Längenwachsthum geköpfter und unverletzter Wurzeln. (Ber. der d. bot. Ges. I. Heft 8, p. 362).

1. Maiskeimlinge.

Mittlerer Zuwachs in den ersten 24 Stunden.

Nach:	Wiesner[1])	Molisch	Brunchorst
Temp.	22° C.	15° C.	14—18° C.
Intact	19,6	23,0	19,8 *mm*
1 *mm* von der Spitze decap.	9,9	17,0	17,3 *mm*

2. Erbsenkeimlinge.

Mittlerer Zuwachs in den ersten 24 Stunden.

Nach:	Wiesner[1])	Molisch	Brunchorst
Temp.	22° C.	15° C.	14—19° C.
Intact	11,4	12,9	12,5 *mm*
1 *mm* von der Spitze decap.	2,5	9,0[2])	9,6 *mm*

---

1) Die hier aufgeführten Zahlen sind durch Umrechnung des von Wiesner angegebenen procentischen Zuwachses der ganzen Wurzel gewonnen, stellen also, ebenso wie die anderen, die absolute durchschnittliche Verlängerung dar, und sind mit den anderen direct vergleichbar.

2) Molisch giebt hier 8,5 an, was auf einen unbedeutenden Rechnungsfehler beruht.

3. Fabakeimlinge.

Zuwachs in den ersten 24 Stunden.

Nach:	Wiesner	Brunchorst
Temp.	22° C.	14—19° C.
Intact	13,4	14,4 *mm*
Decapitirt 1 *mm*	5,9	13 *mm*

Es wird bei Betrachtung dieser Tabellen auffallen, dass, obgleich Wiesner's intacte Wurzeln annähernd ebenso viel gewachsen sind, wie die von Molisch und mir, die decapitirten immer eine ganz ausserordentliche Verlangsamung gegenüber denen der anderen Reihen zeigen[1]).

Die Verlangsamung beträgt gegenüber Molisch in den zwei Versuchen beziehungsweise 7,1 und 6,5, in dem dritten Versuche 7,1; und die Verlängerung, die er beobachtet ist also in den zwei Fällen nicht einmal halb so gross wie die von Molisch und mir erhaltene. Ich glaube es wird zugegeben werden müssen, dass Wurzeln, die sich so abnorm wenig verlängert haben, nicht unter ganz normalen Bedingungen cultivirt worden sind, denn nach Molisch[2]) soll das Resultat nicht von dem Abschneiden eines zu grossen Stückes herrühren. Die Temperatur ist aber den Angaben zufolge eine günstige gewesen (22° C.), und der einzige Erklärungsgrund der noch übrig bleibt ist, dass die Wurzeln zu trocken gehalten wurden; durch diese Annahme wird aber auch erklärt oder jedenfalls verständlich gemacht, warum Wiesner Krümmungen beobachtet hat. Zu trocken gehaltene, geköpfte Wurzeln und überhaupt alle die aus irgend einem Grunde so schlecht wachsen, wie Wiesner's, machen nämlich, wie man leicht erfahren wird, wenn man eine grössere Anzahl dergleichen Versuche ausgeführt hat, die allerwillkürlichsten Biegungen, während die oft in demselben Gefässe wachsenden, sich stark verlängernden Individuen, ohne sichtbare Nutationen in gerader Linie fortwachsen.

Aus dem Verhalten krankhafter Wurzeln, wie Wiesner's es also waren, ist man aber nicht berechtigt, Schlüsse zu ziehen, und die Folgerungen Wiesner's, die eben auf diese Versuche gebaut sind, verlieren deshalb ihre factische Unterlage, und widerlegen Darwin's Versuche und Folgerungen nicht.

---

[1]) Wie Molisch auf Grund seiner Versuche sich für die Wiesner'sche Beobachtungen aussprechen kann, ist mir noch mehr unerklärlich, als wie Wiesner seine Ergebnisse erlangt.

[2]) l. c. 362.

Bei meinen eigenen Versuchen, wo ich also diese verschiedenen Ansichten prüfen wollte, bin ich nun zu einem Resultat gelangt, dass ganz mit dem von Krabbe gewonnenen übereinstimmt. Weil der letztgenannte Beobachter aber keine Resultate angeführt hat, was bei Versuchen, wo die verschiedenen Beobachter so verschiedene Resultate erhalten haben, zum mindesten wünschenswerth erscheint, werde ich hier, wenn auch nur ganz kurz, die Resultate meiner Messungen angeben und zugleich die beobachteten Krümmungen anführen.

Die Temperatur im Versuchszimmer schwankte zwischen den Grenzen 19° C. (Mittags) und 14° (Nachts), Versuchsdauer 24 Stunden; von 10 bis 12 Vormittags bis zu der entsprechenden Stunde des nächsten Tages. Abgeschnitten wurde nie weniger wie 1 *mm*, meistens 1 *mm* + der Wurzelhaube ($\frac{1}{4}$—$\frac{1}{2}$ *mm*).

So weit wie möglich wurden bei jedem Versuche je zwei Wurzeln von derselben Stärke und Länge ausgesucht, davon die eine decapitirt, die andere intact gelassen, und beide in denselben Präparatencylinder neben einander eingesteckt, oder in Sägespähne neben einander horizontal gelegt.

Der Zuwachs ist der durchschnittliche sämmtlicher Versuchspflanzen in Millimetern.

Vicia faba.

I. 4 dec. 4 int.; Länge 20—30 *mm*; feuchte Luft.

Nach 24 Std. waren die intacten alle sehr deutlich gekrümmt; von den decapitirten keine.

Zuwachs	bei den intacten	14,37 *mm*
	bei den decapitirten	13,00 „

II. Gr. Var. 6 dec. 6 int.; Länge 30—50 *mm*; Sägespähne.

Nach 24 Std. die intacten alle deutlich geotropisch. Die decapitirten hatten verschiedene Nutationen gemacht. 3 mehr oder weniger seitwärts gekrümmt, davon die eine auch nach oben, gekrümmt. 1 an der Spitze scharf nach unten, sonst gerade, 2 ganz gerade. Die Biegung nach unten beruht unzweifelhaft auf der Verwundung, da die Krümmung viel schärfer wie eine geotropische ist. Die am stärksten gewachsene seitwärts gebogen.

Die intacten sämmtlich stark geotropisch.

Zuwachs	bei den intacten	23,6 *mm*
	bei den decapitirten	24,6 „

III. Kleine Var. 12 dec. 12 int.; Sägespähne. 1,5—2 *mm* abgeschnitten.

Nach 24 Std.:

Die intacten: ohne Ausnahme geotropisch, einige rechtwinklig nach unten, die meisten mehr oder weniger schief, alle deutlich.

Die decapitirten: 6 ganz gerade gewachsen.
2 ganz schwach nach unten.
1 stark seitlich und zugleich ein wenig nach oben.
3 seitwärts, rechts und links.

Zuwachs	bei den intacten durchschn. . . .	17,0 *mm*
	bei den decapitirten „ . .	11,8 „

Pisum sativum.

I. 4 dec. 4 int.; Länge 25—30; feuchte Luft.

Nach 24 Std.:

Die intacten alle schön geotropisch.

Von den decap. hat eine eine schwache seitliche Krümmung gemacht, die anderen sind ganz gerade geblieben.

Zuwachs	bei den intacten	16,3 *mm*
	bei den decapitirten	15,0 „

II. 8 int. 8 dec.; Länge ungefähr 20; feuchte Luft.

Auf eine Korkplatte nach oben gerichtet eingesteckt (Neigung 45°). Schon nach drei Stunden haben sich die intacten alle deutlich zu krümmen angefangen; die decap. sind alle ganz gerade.

Nach 24 Std. sind die decap. alle noch gerade, die int. sämmtlich stark nach unten gekrümmt, das gekrümmte Stück mit dem gerade gebliebenen einen Winkel von ungefähr 90° bildend, bisweilen mehr, meistens weniger.

Zuwachs	bei den intacten	12,5 *mm*
	bei den decapitirten	9,6 „

Zea Mays.

I. 5 dec. 5 int.; Länge 7—35 *mm*; feuchte Luft.

Nach 4 Std.: int. alle schon deutlich gebogen,
dec. alle gerade.
Nach 24 Std.: int. sämmtlich stark knieförmig gebogen.
dec. alle grade.

Zuwachs[1]	bei den intacten	19,8 *mm*
	bei den decapitirten	17,3 „

---

[1] Die Ursache, warum in diesem Versuche der Zuwachs geringer ist wie im vorigen, ist wahrscheinlich die, dass dort die Wurzeln in einem ganz kleinen Luftraum wuchsen, während sie hier in einer grösseren, innen jedoch mit Fliesspapier überzogenen und durch Wasser abgeschlossenen Glasglocke cultivirt wurden. Diese Verlangsamung des Wachsthums macht sich, wie man bemerkt, viel stärker bei den geköpften wie bei den ungeköpften Wurzeln bemerkbar, was meine Erklärung der Wiesner'schen Ergebnisse, dass die Resultate derselben auf Austrocknung zurückzuführen seien, unterstützt.

Cucurbita pepo.

I. 6 int. 6 dec.; Länge 8—15; feuchte Luft.

Nach 24 Std.: alle intacte mehr oder weniger stark geotropisch gekrümmt,
alle decapitirten gerade.

Zuwachs	bei den intacten	7,8 *mm*
	bei den decapitirten	8,2 „

II. 8 dec. 8 int; Sägespähne.

Von 8 dec. Wurzeln, wo genau 1 *mm* abgeschnitten, 2 nach unten fast ebenso stark wie die entsprechenden intacten.

Die intacten sämmtlich nach unten, mehr oder weniger stark.

Zuwachs[1])	bei den intacten	11,4 *mm*
	bei den decapitirten	12,1 „

Ricinus communis.[2])

I. 3 int. 3 dec.; 25—50 *mm*; feuchte Luft.

Nach 24 Std.: dec. ganz gerade.
int. stark gekrümmt.

Zuwachs	bei den intacten	5,3 *mm*
	bei den decapitirten	8,3 „

Schon die hier angeführten Versuche, mit denen von Ciesielski, Darwin und Krabbe zusammen genommen (die von Kirchner, als in dieser Richtung wenig entscheidend, nicht mitgerechnet) scheinen doch gegenüber denen von Detlefsen mit 12 Eichenwurzeln (von denen nur 6 geotropisch), und denen von Wiesner mit abnorm gewachsenen, und wahrscheinlich zu trocken gehaltenen Wurzeln (in seinem Buche sind Versuche angeführt mit 12 decapitirten Wurzeln, von denen 3 deutlich merklich geotropisch waren), ein ganz überzeugendes Beweismaterial dafür zu sein, dass die Wurzeln durch Entfernung von 1 oder höchstens 2 *mm* von der Spitze ihre geotropische Krümmungsfähigkeit vollständig verlieren.

Auch kann man aus meinen Versuchen (wie aus Kirchner's) entnehmen, dass die Unempfindlichkeit der decapitirten Wurzeln gegenüber der Schwerkraft nicht auf vermindertem Wachsthum beruht, wie es Wiesner behauptet; dann auch, wenn wie bei dem Versuche II mit *Faba* und Kürbis und *Ricinus* die decapitirten stärker wuchsen wie die intacten, so sind die ersteren doch gerade geblieben[3]) während sich die intacten alle krümmten. Dies

---

1) Mittel aus 6 dec. und 6 corresp. int., weil bei den übrigen 2 Wurzelpaaren entweder die intacte oder die decapitirte krank war und deshalb beide verworfen wurden.

2) Die Pflanzen werden hier am besten an dem Wurzelhals in die Spalte einer dünnen Korkplatte eingeklemmt, damit die Krümmungen des hypocotylen Gliedes sich nicht geltend mache.

3) Dass in dem einen Versuche mit Kürbis 2 Wurzeln sich krümmten, rührt

geht auch aus den Versuchen von Frank, Sachs und Kirchner mit abgeschnittenen Wurzelstücken und denen über das Wachsthum der Wurzeln bei niederer Temperatur hervor. Bei Kirchner's diesbezüglichen Experimenten[1]) hat er durch Trennung des wachsthumsfähigen 10 *mm* langen Stückes (bei *Vicia Faba*) von dem übrigen Wurzelkörper die Verlängerung durchschnittlich auf 3,1 *mm* herunter gebracht und es sind doch deutliche Krümmungen eingetreten, oder er hat (bei ersteren) durch eine Temperatur von 2—3,5 ° C., den Zuwachs sogar bis auf 1,8 *mm* beschränkt und doch bei sämmtlichen 5 Versuchspflanzen sehr deutliche Krümmungen beobachtet. Versuche, die ich ausgeführt habe, bestätigen vollständig die Resultate Kirchner's. Von 8 *cm* langen und deshalb ganz dünnen *Phaseolus*-Wurzeln schnitt ich z. B. Stücke von 30 *mm* Länge von der Spitze ab, und legte die Stücke in sehr feucht gehaltene Sägespähne. Nach 24 Stunden hatten sich alle an der Spitze sehr deutlich geotropisch gekrümmt (Länge der gekrümmten Zone 4—7 *mm*, Radius 5—10 *mm*), und doch betrug die Verlängerung im Durchschnitt nur etwa 4 *mm*. In einem anderen Falle wurden 9 ganz gerade *Phaseolus*-Keimlinge auf Nadeln aufgespiesst unter die Glocke der Luftpumpe gesetzt, durch welche die Athmung und folglich auch die Verlängerung vermindert werden musste. Die Verlängerung betrug 4,6 *mm*, und mit 2 Ausnahmen waren die Wurzeln schön geotropisch, die meisten sogar schon nach wenigen Stunden etwas.

Dies alles beweisst also, wie ich glaube unwiderleglich, dass die Entfernung der Spitze einen sonderbaren Einfluss auf die Empfindlichkeit der Wurzel hat. Man könnte aber wohl einwenden, dass dies nicht darauf beruhen müsse, dass die Spitze allein empfindlich sei, und einen Reiz auf die anderen Regionen übertrage. Die krümmungsfähige Zone könnte doch zugleich die empfindliche sein, nur wird die Empfindlichkeit derselben durch die Wachsthumsstörung, die eine Verwundung bewirkt, so weit beeinträchtigt, dass sie zwar wächst, nicht aber mehr krümmungsfähig ist.

Durch Decapitirung wird doch das Meristem der Wurzel, wo allein Zelltheilungen stattfinden, und das deshalb eine ganz besondere und sehr wichtige Stellung im ganzen Haushalte der Wurzel einnimmt entfernt, und man kann die Möglichkeit nicht leugnen, dass dies einen tiefgreifenden, obgleich gänzlich unbekannten Einfluss auf die übrigen Zonen haben könne, einen Einfluss, der sich ja auch wirklich dadurch geltend macht, dass nach Entfernung der Spitze, sonst nie vorkommende Zelltheilungen in dem Gewebe oberhalb der Schnittwunde stattfinden, wodurch eine Neubildung des Vegetationspunktes geschieht.

Auch scheint es sehr möglich, dass eine solche Störung des nor-

---

ohne Zweifel daher, dass nur 1 *mm* abgeschnitten war, was, wenn die Wurzelhaube abgezogen wird, nur ungefähr $^1/_2$ *mm* von der Wurzelspitze beträgt.

[1]) l. c. p. 25.

malen Lebens der Wurzeln sich dadurch bemerkbar machen kann dass die Empfindlichkeit gegenüber äusseren Reizen vermindert werde, während die Wachsthumsfähigkeit noch unverändert bleibt oder gar dadurch dass die wachsende Region nach der Köpfung auch über diejenigen Baustoffe verfügen kann, die normalerweise zu den Zelltheilungen im Meristem verwendet werden, sich noch steigert. Die Reizerscheinungen sind ja überall im Pflanzenreiche diejenigen Lebensfunktionen, die am meisten von den günstigen Lebensbedingungen abhängen und am ersten von ungünstigen oder abnormen Einflüssen beeinträchtigt werden.

Nur scheinen zwei Experimente, die ich gemacht habe, dieser Auffassung zu widersprechen, wennschon dieselbe auch nicht ganz bestimmt zu widerlegen.

Einmal habe ich Versuche mit geringelten Wurzeln gemacht. Dieselben wurden 1—2 *mm* oberhalb der Spitze mittelst eines scharfen Rasirmessers mit einem Ringschnitt versehen, welcher die Rinde durchschnitt während der Pleromstrang soweit wie möglich erhalten wurde. Es wurden in dieser Weise 7 *Faba*- (grosse Var.) und 5 *Phaseolus*-Keimwurzeln behandelt und nachher in feuchter Luft horizontal aufgespiesst.

Nach 24 Stunden hatte sich nur eine von den *Faba*-Wurzeln geotropisch gekrümmt, die anderen waren gerade geblieben; es stellte sich aber bei der Untersuchung heraus, dass die gekrümmte nicht ringsum eingeschnitten worden war, sondern nur oben, was die Krümmungsfähigkeit völlig erklärt.

Die geringelten zeigten also keine Krümmungsfähigkeit, obgleich sie sich sehr stark verlängert hatten; im Durchschnitt bei *Phaseolus* um 14,6 *mm* (4 intacte Controllexemplare um 12,0 *mm*. 3 gerade gew. dec. 12,3 *mm*, was doch darauf beruht, dass die besten Wurzeln zur Ringelung gewählt wurden) bei *Faba* um 14 *mm*, also ein ganz beträchtliches Wachsthum, das schöne Krümmungen bei intacten Wurzeln zulässt.

Bei einer solchen Ringelung ist nun die Wachsthumsstörung gewiss geringer, wie bei einer vollständigen Decapitirung, die Spitze bleibt noch am Leben, kann noch Nährstoffe aus den oberen Theilen beziehen und mit Hülfe dieser seine Zelltheilungen fortsetzen. Eine Regeneration der Spitze findet in diesem Falle nicht statt. Der Ringschnitt wird nur durch die Verlängerung der Zellen der Spitze zurückgeschoben, bis er nach und nach in den nicht mehr wachsenden Zustand übertritt. Und doch krümmen sich so behandelte Wurzeln nicht.

Wenn die Empfindlichkeit der wachsenden Zone nach der obigen Betrachtung nun durch die Wachsthumsstörung verhindert würde, so könnte man annehmen, dass vielleicht die Einwirkung der Schwerkraft nur nicht stark genug ist, um nach der Köpfung Krümmung hervorzurufen, eine solche würde aber eintreten, wenn die Wurzeln einem stärkeren Reiz, wie zum Beispiel einer starken Centrifugalkraft ausgesetzt würden. Ich habe auch Versuche in dieser Richtung gemacht, und zwar mit einem Centrifugalapparate, der durch die Liberalität des Hrn. Prof. Kny zu meiner Disposition gestellt wurde, wofür ich hier meinen verbindlichsten Dank abstatte. Der Centrifugalapparat ist im wesentlichen ähnlich wie der von Fr. Schwarz[1]) benutzte und von ihm abgebildete eingerichtet, und wird durch einen Gasmotor getrieben.

Einen ersten Versuch machte ich mit einigen zwanzig Wurzeln, die in einem grossen runden Blechkasten, der durch einen Deckel geschlossen und durch feuchte Schwämme feucht gehalten wurde, aufgespiesst waren, wo die Wurzeln also vertical in der Luft wuchsen. Das Resultat was aber ganz unentscheidend, weil die Wurzeln, ebenso wie es z. B. mit einem conischen Wachsstabe gehen würde, durch die Flugkraft allein ohne Mitwirkung ihres Wachsthums, nach aussen gebogen wurden und natürlich in dieser Stellung verblieben. Besser ging es als ich die Wurzeln in Holz- oder Zinkblechkästen, die an zwei Holzstangen festgeklemmt wurden, cultivirte. In dem einen der angeführten Versuche drehte sich die Stange mit dem Kasten um eine verticale, im zweiten um eine horizontale Axe. Die Sägespähne in dem Kasten wurden vor dem Versuche ziemlich festgedrückt und die Wurzeln in Löcher, die mit einem dünnen Pinselstiele gebohrt waren, eingesteckt. Der einzige Uebelstand bei dieser Versuchsanstellung ist, dass die Sägespähne natürlicherweise gegen die Aussenwände der Kästen sehr fest angedrückt werden und dass eine Auspressung des Wassers stattfindet, so dass schliesslich nach längerer Zeit eine vollständige Austrocknung erfolgen würde. In 24 Stunden ist diese Austrocknung von keinerlei nachtheiligem Einfluss, wenn nur nicht die Umdrehungsgeschwindigkeit zu gross genommen wird.

Bei dem unten angeführten Versuche betrug die Centrifugalkraft anfangs 25 *g*, am Schluss des Versuches war sie, weil die Maschine langsamer ging, etwas gesunken.

In einem anderen Experimente, das ganz dasselbe Resultat ergab, war die Entfernung von der Axe grösser, die Centrifugalkraft deshalb sehr gesteigert, hierdurch wurde aber eine zu grosse Trockenheit herbeigeführt, so dass die decapitirten Wurzeln statt sich stark zu verlängern zur Bildung von Nebenwurzeln an der Spitze schritten, was sich durch eine Anschwellung derselben zeigte. Immerhin war auch hier die Verlängerung so gross, dass eine Krümmung hätte stattfinden müssen, wenn die Fähigkeit noch erhalten wäre, das war aber nicht der Fall. In der folgenden Tabelle sind die Resultate zusammengestellt.

---

1) Der Einfluss d. Schwerkraft auf das Längenwachsthum d. Pflanzen. (Unters. aus dem bot. Inst. Tübingen. I. p. 57).

Phaseolus im Centrifugalapparate.

(Sägespähne).

Wurzeln	Zuwachs in 48 Std.	Anmerkungen
decapitirt	48	ganz gerade
	34	
	45	
	29	
	20	schwach nach innen, dann schwach nach aussen
	20	gerade
	26	schwach nach innen
	33	gerade
	19	nach der Seite nnd aussen
	19	gerade, Spitze angeschwollen
	43	gerade
	47	nach der Seite und innen
	30	gerade
	20	seitwärts
	20	gerade bis 2 *mm* von der Spitze dort scharf nach aussen
	453	
intact	47	Spitze beinahe horizontal nach aussen KR. 40 *mm*
	54	Spitze beinahe horizontal nach aussen KR. 10 „
	46	Spitze beinahe horizontal nach aussen KR. 20 „
	38	Spitze beinahe horizontal nach aussen KR. 10 „
	45	Spitze beinahe horizontal nach aussen KR. 15 „
	230	

Zuwachs mittel . . { bei den decapitirten . . 30,2 *mm*
{ bei den intacten . . . . 47,5 „

Wie man aus der Tabelle ersehen kann, haben sich einige der decapitirten Wurzeln ebenso stark verlängert wie die meisten intacten, und alle sind sie so stark gewachsen, dass sie eine starke Krümmung hätten machen können; trotz der Einwirkung einer 25 fachen Schwerkraft haben sie dies aber nicht gemacht. Die unbedeutenden Krümmungen, die von den vier schlechtest gewachsenen Individuen ausgeführt sind, gehen nämlich gleich oft nach aussen wie nach innen und beruhten überhaupt nur auf Wachsthumsstörungen, die ja immer bei einigen Wurzeln eintreten.

Ich habe nur noch einen Versuch zu erwähnen, der zwar nicht wie die beiden letzterwähnten neu ist, aber mir so wichtig scheint, dass eine neue Bestätigung nicht überflüssig scheint. Er betrifft die geotropische Nachwirkung, die zuerst von Ciesielski beobachtet wurde.

Von einer grossen Menge *Faba*-Wurzeln kleiner Varietät wurden je drei ausgesucht, die so gerade und einander an Länge und Stärke so gleich wie möglich waren. In dieser Weise erhielt ich drei Sätze von je zwölf Wurzeln. Der eine Satz wurde gleich decapitirt, der zweite erst auf feuchte Sägespäne mit Fliesspapier bedeckt eine Stunde horizontal liegen gelassen und dann ebenso wie die vorigen um 1 *mm* + die Wurzelhaube decapitirt, und der dritte Satz endlich blieb intact. Alle wurden sie 24 Stunden in Sägespähnen horizontal liegen gelassen.

Nach 24 Stunden waren von den ersten 12 (gleich decapitirt) 6 ganz gerade geblieben, 3 ganz schwach seitlich, 2 sehr schwach nach unten und 1 seitlich und wenig nach oben gebogen.

Eine Wirkung des Geotropiums ist also gar nicht zu ersehen. Die Krümmungen nach unten gleichen sich gegen die in anderen Richtungen vollständig aus. Von dem zweiten Satz, der also auch decapitirt war, aber wo zuerst die Spitze der Wirkung der Schwerkraft ausgesetzt war, erhielt ich folgendes Resultat:

3 gerade geblieben, 5 sehr deutlich (Krümmungsradien 5, 10, 10, 20, 30), 4 schwächer nach unten.

Von den intacten endlich waren alle, mit Ausnahme einer kranken, deren Spitze einseitig braun, mehr oder weniger stark nach unten gekrümmt.

Aus den hier angeführten Versuchen kann nun geschlossen werden:

1. Die Ansicht Ciesielskis und Darwins, dass die ihrer Spitze beraubten Wurzeln nicht mehr durch die Schwerkraft zur Abwärtskrümmung veranlasst werden, ist richtig.

2. Dies beruht nicht, wie Wiesner behauptet hat, auf Wachsthumsretardation.

3. Auch eine andere mögliche Erklärung, dass die Wachsthumsstörung, die durch Verwundung der Spitze im höherliegenden Theile verursacht wird, eine verringerte Empfindlichkeit dieses Theiles zur Folge habe, ist kaum zulässig, nachdem sich gezeigt hat, dass auch eine sehr starke Centrifugalkraft keine Krümmungen, auch bei sehr stark wachsenden Wurzeln, hervorzurufen vermag.

4. Die genannte Erklärung wird noch unhaltbarer dadurch, dass auch nur geringelte Wurzeln, deren Spitze also nicht einmal regenirt zu werden braucht, wo die Wachsthumsstörung also eine verhältnissmässig geringe ist, keine Krümmungen machen. Dieser Versuch spricht entschieden für Darwin's Ansicht und beweist zugleich, dass die Reizfortleitung nur in die Rinde stattfindet.

5. Den Versuchen über geotropische Nachwirkung ist bisher viel zu wenig Gewicht beigelegt worden. Wenn zwei gleiche Wurzeln horizontal nebeneinander gelegt werden, die eine gleich decapitirt, die andere erst nach einer Stunde, dann wird sich nur die letztere, und zwar nach wenigen Stunden, geotropisch krümmen. Der einzige Unter-

schied zwischen den beiden Wurzeln ist aber nur der, dass die Spitze der einen eine Stunde lang der Schwerkraft ausgesetzt war. Ihr verschiedenes Verhalten kann also nur auf der Einwirkung beruhen, welche die Schwerkraft während dieser Stunde auf die Spitze ausgeübt hat, welche Wirkung auf den höherliegenden Theil übertragen worden ist. Auch dieser Versuch spricht also entschieden für die Annahme, dass der 1—2 *mm* langen Spitze eine ganz besondere Function zukommt.

Ich glaube nicht, dass man durch geotropische Untersuchungen der Frage nach der viel umstrittenen Gehirnfunktion der Wurzelspitze viel näher kommen wird, besser wird dies vielleicht durch Untersuchungen über andere Richtungsbewegungen, welche ich angefangen habe und während dieses Sommers fortsetzen werde, gelingen.

13. L. Kny: Das Wachsthum des Thallus von Coleochaete scutata in seinen Beziehungen zur Schwerkraft und zum Lichte.

Eingegangen am 28. Februar 1884.

Der Thallus von *Coleochaete scutata* besitzt, wie bekannt, die Form einer Zellscheibe, die, falls sie sich nach allen Seiten frei entwickeln kann, von nahezu kreisförmigem Umriss ist. Ausser an ihrem organischen Mittelpunkte, wo die keimende Schwärmspore sich in zwei übereinanderliegende Zellen theilte[1]), ist diese Zellscheibe durchweg einschichtig. Ihr Wachsthum erfolgt ausschliesslich an der Peripherie, indem die hier nebeneinanderliegenden Zellen sich durch Wände vermehren, welche zumeist dem freien Aussenrande parallel, von Zeit zu Zeit ihm aber auch senkrecht aufgesetzt sind. Die Folge hiervon ist eine Anordnung der Zellen in radialen Reihen, welche sich von innen nach aussen spalten, sobald die Breite der Reihe ein gewisses Maass überschritten hat. Bei der nächstverwandten *Coleochaete soluta* sind die Reihen frei, während sie bei *Col. scutata* fest mit einander verwachsen sind; auch bei der letzteren ist aber jede Randzelle der Scheibe in Wirklichkeit die Scheitelzelle einer Reihe letzten Grades, welche sich entweder durch eine Querwand verjüngt oder in der Bildung zweier

---

1) Vergl. Pringsheim, Beiträge zur Morphologie und Systematik der Algen, III. Die Coleochaeteen. (Jahrb. f. wiss. Bot., II., 1860, p. 2 ff.)

nebeneinanderliegenden Scheitelzellen aufgeht. Büsst eine oder die andere dieser Scheitelzellen des Randes, sei es durch Verletzung oder auf anderem Wege, ihre Theilungsfähigkeit ein, so schliessen die ihr beiderseits benachbarten Zellreihen im Verlaufe ihres Längenwachsthums unter entsprechender Verbreiterung über ihr zusammen und stellen den annähernd kreisförmigen Umriss der Scheibe wieder her.

Die grosse Regelmässigkeit der Form und der Umstand, dass die Zellscheiben der *Coleochaete scutata* in engster Anschmiegung an das Substrat heranwachsen, empfehlen die genannte Art unter den Süsswasseralgen ganz besonders für die Untersuchung der Frage, ob die Schwerkraft und das Licht auf Wachsthum und Zelltheilungen von directem Einflusse seien.

Um einen etwaigen Einfluss der Schwerkraft festzustellen, wurden Cylindergläser von etwas mehr als 4 *l* Gehalt mit filtrirtem Leitungswasser gefüllt und je eine Glassplatte, welche nahezu die Breite des Innenraums besass, in verticaler Stellung darin befestigt. Demnächst wurden für wenige Tage Stücke frisch gesammelter Wasserpflanzen, auf deren Oberfläche die Anwesenheit unserer Alge festgestellt war, in die Gefässe gebracht. Wie der Erfolg zeigte, genügte diese kurze Zeit, um Schwärmsporen in hinreichender Zahl zum Austreten zu bringen. Dieselben kamen auf der Innenwand des Gefässes und auf beiden Seiten der Glassplatte zur Ruhe und wuchsen nach einigen Monaten zu kräftigen, für das unbewaffnete Auge leicht kenntlichen Exemplaren heran.

Um die Wirkung der Schwerkraft rein beobachten zu können, genügte es nicht, dass die Glasplatte sich in verticaler Stellung befand; es musste auch dafür gesorgt sein, dass das Licht senkrecht auf sie einfiel. Zu diesem Ende wurde über jedes der Gefässe eine innen matt geschwärzte Blechkappe gestülpt, welche nur an einer Seite eine quadratische Oeffnung von etwa 10 *cm* hatte. Letzterer war ein kurzes horizontales, ebenfalls innen geschwärztes Rohr von gleichem Querschnitte lückenlos angefügt. Wurde dasselbe der Lichtquelle (— mir stand als solche ein Südfenster zur Verfügung, welches durch ein unmittelbar vor demselben befindliches, ihm zugeneigtes Glasdach an sonnenhellen Tagen ausser dem directen noch ziemlich viel reflectirtes Licht erhielt —) zugekehrt, und wurde der Glasplatte innerhalb des Gefässes eine solche Stellung gegeben, dass die Lichtstrahlen senkrecht auf sie einfielen, so waren für diejenigen Exemplare der *Coleochaete scutata*, welche in entsprechender Höhe auf der Glasplatte heranwuchsen, die Beleuchtungsbedingungen von Ober- und Unterseite die gleichen, und es konnte nun eine etwaige Beziehung ihrer Entwicklung zur Schwerkraft klar zum Ausdruck kommen.

Von Ende Juli 1883 bis Mitte Februar 1884 wurden die Culturen mehrfach controlirt. Wenn sich auch trotz der Filtration des Leitungswassers manche andere Alge eingedrängt hatte, so fanden sich auf der Glasplatte in mittlerer Höhe der seitlichen Lichtöffnung doch so zahlreiche, allseitig frei entwickelte Exemplare der *Coleochaete scutata* vor, dass der Versuch als durchaus gelungen gelten konnte. Als Resultat ergab sich, dass die Schwerkraft auf das Wachsthum des Thallus ohne Einfluss ist. Bei den allermeisten Exemplaren besass die Zellscheibe von ihrem organischen Mittelpunkte nach allen Seiten hin einen allseitig annähernd gleichen Radius. Den wenigen Ausnahmen, welche zu Gunsten der Oberseite stattfanden, standen ebenso viele zu Gunsten der Unterseite (sowie andere nach rechts und nach links) gegenüber, so dass diese Abweichungen zur Schwerkraft nicht in Beziehung gebracht werden konnten und als individuelle betrachtet mussten. Da ich schon von Herbst 1882 bis Frühjahr 1883 Versuche derselben Art mit ganz demselben Erfolge angestellt hatte, darf dieses Resultat als durchaus zuverlässig gelten.

Um den Einfluss des Lichtes auf die Entwicklung des Thallus von *Coleochaete scutata* kennen zu lernen, wurden in Cylindergläsern derselben Grösse Glasplatten in horizontaler Stellung und in solcher Höhe befestigt, dass, wenn Blechkappen der oben beschriebenen Beschaffenheit über die Gläser gestülpt wurden, die Glasplatte nahezu den unteren Rand der seitlichen Oeffnung erreichte. Das Licht fiel also auf die Glasplatte und auf die sich auf ihr entwickelnden Exemplare der *Col. scutata* hier in sehr schräger Richtung ein.

Diese Culturen auf horizontalen Glasplatten waren im Ganzen weniger rein als die vorstehend beschriebenen. Immerhin gelangte auch hier eine grössere Anzahl von Exemplaren zu vollständig freier Entwicklung. Dieselben zeigten sich fast ausnahmslos an der Lichtseite stärker gefördert als an der Schattenseite. Bei Abschluss des Versuches um Mitte Februar war das Verhältniss des Radius der Lichtseite zu demjenigen der Schattenseite durchschnittlich etwa wie 4 : 3. Die stärkere Entwicklung nach der Seite des Lichteinfalles hin kam nicht allein auf Rechnung des Zellenwachsthums, sondern ganz ebenso auch auf Rechnung der Zelltheilungen. Beide hielten derart gleichen Schritt miteinander, dass die Zahl der Zellen auf der Lichtseite eine dem stärkeren Wachsthum der Scheibe entsprechend grössere war als auf der Schattenseite, ihre Dimensionen in entwickeltem Zustande aber an beiden gegenüberliegenden Seiten keine bemerkbaren Verschiedenheiten zeigten.

Haben wir aus diesem Versuchsergebniss zu schliessen, dass das Wachsthum und die Theilung der Zellen bei *Coleochaete scutata* durch das Licht direct begünstigt worden?

Unseres Erachtens wäre diess ein Fehlschluss; denn die allein wachsthums- und theilungsfähigen Zellen des freien Randes bilden ja vermöge ihres Chlorophyll-Gehaltes selbst einen Theil der plastischen

Stoffe, welche in ihnen für den Aufbau neuer Membranen und für deren Vergrösserung Verwendung finden, während ein anderer und wohl der grössere Theil ihnen von anderen Zellen der Scheibe geliefert wird. Fällt das Licht in so schräger Richtung auf den Thallus ein, wie diess in unseren Versuchen der Fall war, so werden die der Lichtquelle zugewendeten Randzellen stark beleuchtet und dadurch befähigt sein, für die in ihnen stattfindenden Wachsthums- und Theilungsvorgänge mehr plastisches Material zur Verfügung zu stellen, als die stark beschatteten Zellen des entgegengesetzten Scheibenrandes es vermögen. Dass das Licht in solch' indirecter Weise die Theilungen chlorophyllhaltiger Zellen beeinflusst, ist ja schon von Famintzin für *Spirogyra* nachgewiesen worden.

Zum Schlusse sei die Bemerkung gestattet, dass das oben beschriebene Verfahren, Algen-Schwärmsporen behufs Erziehung eines Thallus zur Anheftung auf Glasplatten zu veranlassen, das sich für unseren Zweck bestens brauchbar erwiesen hat, auch für das Studium der Entwicklungsgeschichte vieler Algen Vortheile verspricht. Den Schwärmsporen lässt sich durch den Grad der Licht-Intensität bekanntlich ihre Bewegungsrichtung und hiermit auch der Ort ihrer Anheftung anweisen. Sind dieselben auf Objectträgern, welche im Wasser in passender Stellung befestigt sind, zur Ruhe gelangt, so ist dem Beobachter die Möglichkeit geboten, die gewünschte Art ohne vorherige Abtrennung vom Substrat in den verschiedensten Entwicklungszuständen zu untersuchen.

---

1) Die Wirkung des Lichtes auf die Zelltheilung der *Spirogyra* (Mél. phys. et chim. tirés du bullet. de l'Acad. impér. des sc. de St. Pétersbourg, t. VII., (1868), p. 3 ff. des Sonder-Abdr.).

14. Ad. Andrée: Trifolium elegans Savi, eine Standortsvarietät von Trifolium hybridum L.

Eingegangen am 28. Februar 1884.

Durch eine Samenverwechslung war auf einem Acker des Eilenberges bei Münder, der aus sehr durchlässigem Diluvialkies besteht, *Trifolium hybridum* L. anstatt *Trifolium repens* L. ausgesäet. Ich sah diesen Acker als der Klee in voller Blüthe stand und erkannte sofort *T. elegans* Savi; erfuhr auf Nachfrage bei dem Besitzer, er habe weissen Steinklee (*T. repens*) gesäet, derselbe sei ausgeartet. Nach einem regenlosen Frühling war der Kiesboden durch anhaltende Ostwinde gänzlich ausgetrocknet und der für *T. hybridum*, welches frischen, feuchten Boden liebt, gänzlich unpassende Boden war durch die Dürre noch ungeeigneter geworden. Es hatte sich anstatt *T. hybridum* L. die Standortsvarietät *elegans* entwickelt. Wo die Pflanzen einzeln standen waren die Stengel in einen Kreis niedergestreckt, bei dichterem Stande aufsteigend; die bei *T. hybridum* kahlen Blüthenstiele zeigen eine Behaarung; die Stengel sind fest und hart. Die Blüthen sind nur halb so gross als bei *T. hybridum*, daher die Blüthenköpfchen klein; die Farbe der Blüthen ist von Anfang an rosenroth. Alle diese Kennzeichen sind Folge des trockenen Standortes. Hätte es noch eines weiteren Beweises bedurft, so wurde derselbe im Herbst geführt, denn nach wochenlangem Regen im Sommer entwickelte sich der zweite Schnitt des Klees zu typischen *T. hybridum*, der Wuchs wurde aufrechter, die Stengel hohl, die Blüthenstiele kahl, die Blüthenköpfchen wurden grösser und zeigten die normalen Farben, welche wir an *T. hybridum* kennen.

Die aus verschiedenen Gegenden stammenden *T. elegans*-Exemplare meines Herbariums stimmen genau mit der hiesigen Pflanze überein; so weit Standorte dabei näher bezeichnet sind heisst es da: Kiesgrube, Sandäcker u. dgl., auch die Specialfloren führen nur trockene Standorte an.

Leider ist der betreffende Acker bald umgepflügt worden, so dass ich reifen Samen nicht erhalten konnte.

Sitzung vom 28. März 1884.

Vorsitzender: Herr A. W. Eichler.

Zu ordentlichen Mitgliedern werden proklamirt die Herren:

Nägeli, Dr. **C. von**, Professor in München.
Hartig, Dr. **Robert**, Professor in München.
Dingler, Dr. **Hermann**, Privatdozent in München.
Peter, Dr. **A.**, Custos in München.
Weiss, Dr. **J. E.**, Privatdozent in München.
Schimper, Dr. **A. F. W.**, Privatdozent in Bonn.
Schrodt, **Jul.**, Gymnasiallehrer in Berlin.

Zu ausserordentlichen Mitgliedern werden proklamirt die Herren:

Möhring, **W.** in Berlin.
Turner in Göttingen.
Vogel in Göttingen.
Hitzemann in Göttingen.

Als ordentliche Mitglieder werden vorgeschlagen die Herren:

Dr. **K. Goebel**, Professor der Botanik zu Rostock (durch Eichler und Wittmack).

Dr. **O. Pazschke** zu Reudnitz-Leipzig, Heinrichstr. 20 (durch Ascherson und Eichler).

J. Brunchorst aus Christiania z. Z. in Berlin, Pflanzenphysiolog. Institut der landwirthschaftl. Hochschule (durch Eichler und Frank).

Am 4. Februar 1884 starb das ordentliche Mitglied Dr. **George Engelmann**, prakt. Arzt zu St. Louis, Missouri, Nordamerika. — Der Vorsitzende widmet demselben einen warmen Nachruf.

Berichtigung. Der in der vorigen Sitzung zum ordentlichen Mitgliede proklamirte Herr Dr. Theodor Schuchardt ist nicht Direktor, sondern Besitzer der chemischen Fabrik in Görlitz.

Mittheilungen.

15. I. Urban und M. Möbius: Ueber Schlechtendalia luzulifolia Less., eine Monocotylenähnliche Composite, und Eryngium eriophorum Cham., eine grasblättrige Umbellifere.

(Mit Tafel III.)

Eingegangen am 29. Februar 1884.

Im V. Bande der Linnaea (1830) p. 242 beschrieb LESSING aus der Familie der Compositen eine neue Gattung, welche er dem damaligen Custos des Berliner Herbariums, D. F. L. VON SCHLECHTENDAL, zu Ehren *Schlechtendalia* benannte; wegen ihrer grasähnlichen Blätter erhielt die einzige bis dahin (und auch bis jetzt) bekannt gewordene Art den Beinamen *lnzulifolia*. In der neuesten Bearbeitung der Familie von BENTHAM in Benth. et HOOK. Genera plantarum ist die Gattung an den Anfang der Mutisiaceen gesetzt, obwohl der Verfasser selbst gesteht: „Genus in tribu anomalum, vix tamen melius cum ulla alia consociandum". Eine Abbildung der Pflanze findet sich in der BAKER'schen Bearbeitung der Compositen in MARTIUS' Flora Brasiliensis vol. VI. 3 t. p. 341 tab. 91.

Die andere in der Ueberschrift genannte Pflanze gehört zu der Abtheilung der grasblättrigen *Eryngien*, welche in dieser Ausbildung auf Amerika beschränkt sind und von den Vereinigten Staaten Nordamerikas sich bis nach Argentina hin verbreiten; ihre stärkste Differenzirung haben sie in den Pampas von La Plata und an dessen Zuflüssen erfahren. Die südamerikanischen Arten sind von J. URBAN in MARTIUS' Flora Brasiliensis XI. I. p. 297 — 338 beschrieben und auf Tafel 79—90 l. c. abgebildet. Die Resultate einer anatomischen Untersuchung zahlreicher Arten im lebenden und getrockneten Zustande sind niedergelegt in PRINGSHEIM's Jahrbüchern Bd. XIV. p. 379 bis 425 t. 22—24 unter dem Titel: M. MOEBIUS, Untersuchungen über die Morphologie und Anatomie der Monocotylen-ähnlichen Eryngien.

Von allen schmalblättrigen, parallelnervigen *Eryngien* ist es *E. eriophorum* Cham. (besonders in der Form vegetius), mit welchem *Schlechtendalia* im Habitus eine so frappante Aehnlichkeit hat, dass die beiden Pflanzen auf den ersten Blick leicht verwechselt werden können. Die Uebereinstimmung erstreckt sich zunächst schon auf das Vaterland: beide sind Bewohner vom südlichen Brasilien (resp. auch Uruguay und der angrenzenden Landstriche von Argentina). Aus dem kurzen, aber dicken perennirenden Wurzelstocke gehen nach abwärts eine Menge 1—1,5 *mm* starker Nebenwurzeln aus, während der Scheitel eine grössere Anzahl Blätter und dazwischen einen oder mehrere diesjährige Stengel trägt. Die Grundblätter sind linealisch, parallelnervig, nach der Basis hin scheidig verbreitert und hier bei *E. eriophorum* gewöhnlich haarig gewimpert, bei *Schlechtendalia* auf der ganzen Unterseite weniger auf der Oberseite wollig behaart. Die diesjährigen Stengel erreichen eine Höhe von 0,5—1,5 *m*; sie sind drehrund, unterwärts bis 6 *mm* dick mit aufrechten, dort alternirenden, hier gegenständigen Blättern besetzt, dort kahl, hier wollig oder etwas filzig behaart und tragen 1—5 cymös angeordnete Blüthenköpfchen. Bei *Schlechtendalia* ist es das gewöhnliche imbricate Involucrum, welches die Köpfchen von der Basis her umgiebt; bei *E. eriophorum* sind die Bracteen der untersten Blätter involucrumartig verlängert.

Es war nun von Interesse zu untersuchen, ob der habituellen (vielleicht durch den Standort bedingten) Uebereinstimmung der beiden Pflanzen auch Aehnlichkeiten im anatomischen Bau des Blattes und Stammes entsprechen.

Die anatomische Untersuchung dieser Organe zeigt nun trotz mancher Uebereinstimmungen bei beiden Arten doch so wesentliche Unterschiede, dass sie danach auf den ersten Blick leichter zu trennen sein dürften, als nach ihren habituellen Merkmalen. Bevor ich aber die anatomische Beschaffenheit näher zu beschreiben beginne, muss ich gestehen, dass es mir in einzelnen Punkten nicht möglich war, die Gewebestructur ganz genau zu erkennen, da ich nur Herbarmaterial zur Untersuchung hatte und die zarten Gewebe desselben durch das Pressen sehr gelitten hatten. Durch concentrirte Ammoniakflüssigkeit nach Behandeln der Schnitte mit Alkohol suchte ich die ursprüngliche Form der zusammengetrockneten Zellen wiederherzustellen, wo aber wirkliche Verletzungen und Zerreissungen der Zellwände stattgefunden haben, ist dies natürlich nicht wieder auszugleichen.

Betrachten wir zunächst das Blatt von *E. eriophorum* (s. Taf. III Fig. 2 u. 4). Die Epidermis ist wie bei den meisten schmalblätterigen *Eryngien* entwickelt. Ihre Zellen sind verschieden je nachdem sie über den äusseren Bastbündeln, die das Blatt enthält, oder über dem parenchymatischen Gewebe liegen, und bilden so mit einander abwechselnde Streifen. Erstere liegen genau in Längsreihen hintereinander, sind langgestreckt, ziemlich dickwandig und ihre Wände reich an Poren. Letzteres ind meist in der Längsrichtung verkürzt und dünnwandiger, nur zwischen ihnen treten Spaltöffnungen auf, deren Entstehung die

Anordnung der Zellen in Reihen undeutlich macht. Der Porus steht immer in der Längsrichtung des Blattes und die Schliesszellen sind auf jeder Seite von einer Nebenzelle begrenzt und zwar sind diese 4 Zellen aus einer entstanden. Die Schliesszellen liegen etwas unter dem Niveau der anderen Epidermiszellen und ragen frei in die Athemhöhle hinein, indem die subepidermalen Zellen sich nicht an erstere selbst, sondern an die benachbarten Epidermiszellen ansetzen. Oberseite und Unterseite des Blattes stimmen in der Anordnung der Zellen und Zahl der Spaltöffnungen überein; jene aber zeichnet sich vor dieser dadurch aus, dass ihre Zellen Cutispapillen tragen, die eben so hoch sind als das Zelllumen und auf dem Querschnitte eine deutliche Schichtung zeigen. In dieser Ansicht scheinen sie nur auf einzelnen Zellen ausgebildet zu sein, in der Flächenansicht dagegen zeigen sie sich auf allen Zellen, aber auf den mittleren Theil der Zellwand beschränkt, so dass sie von einem Querschnitte nicht bei allen Zellen getroffen werden. Auf beiden Seiten finden wir zwischen den direct an die Epidermis stossenden Bastbündeln ein aus ziemlich dickwandigen Zellen bestehendes Hypoderma, das natürlich unter den Spaltöffnungen unterbrochen ist. Das parenchymatische Grundgewebe wird von subepidermalen Sklerenchymsträngen und von den Gefässbündeln durchzogen. Erstere bestehen aus fest zusammengefügten langen faserförmigen sklerenchymatischen Zellen mit engem cylindrischem Lumen. Nicht alle sind von gleicher Grösse, sondern grössere wechseln gewöhnlich mit kleinen ab. Die grösseren liegen, einander gegenüber, auf beiden Seiten des Blattes, keilförmig in das Innere desselben vorspringend und bis an die dazwischen gelegenen Gefässbündel reichend. Die unteren sind an der Epidermis breiter als die oberen, diese aber dadurch ausgezeichnet, dass sie gegen das Parenchym durch eine besondere Schicht dünnwandiger und farbloser Zellen begrenzt werden. Die kleineren, bisweilen nur aus einigen wenigen Zellen bestehend, sind den grösseren an Form ähnlich; auf der Oberseite treten sie häufiger auf als auf der Unterseite, denn oft ist hier zwischen den grösseren unter den Gefässbündeln liegenden Strängen überhaupt ein kleinerer nicht vorhanden. Dasselbe Gewebe, aus dem die subepidermalen Stränge bestehen, bildet den ganzen nach oben eingebogenen Rand des Blattes. Die Gefässbündel laufen einander parallel durch das Blatt und sind stellenweise mit einander durch Queranastomosen verbunden. Zwischen den äusseren Bastbündeln finden wir nicht ein, sondern zwei übereinanderliegende Gefässbündel, wie bei den meisten grasblättrigen *Eryngien*, durch einige Lagen von Parenchymzellen getrennt. Das untere ist bedeutend grösser als das obere, bei beiden liegen die Phloemtheile, deren Zellen von collenchymatischer Beschaffenheit zu sein scheinen, nach unten. Der Xylemtheil des unteren besteht aus ca. 4 Reihen von Gefässen, deren obere weiter als die unteren sind, und aus dickwandigen Zellen. Die

Holzgefässe des oberen Bündels umgeben das Phloem meist in einem schiefen Bogen, der sich bald mehr nach der einen, bald mehr nach der anderen Seite zieht. Dieser ganze Complex ist von einer Art Scheide umgeben, aus Zellen bestehend, die sich vor den angrenzenden Parenchymzellen durch ihre Grösse und Wandstärke auszeichnen. Das übrige Blattgewebe besteht aus Parenchym, welches auf beiden Seiten, und zwar auffallender Weise ein auf der unteren stärker als auf der oberen entwickeltes Pallisadenparenchym bildet, während die mittleren Zellen, welche ärmer an Chlorophyll sind, mehr in einer der Oberfläche parallelen Richtung gestreckt sind. Im mittelsten Theile sind durch Zerreissung Luftcanäle entstanden. Oelgänge, die sich sonst regelmässig in den Blättern der Umbelliferen finden, liessen sich hier nirgends mehr entdecken. Dagegen sind Krystalldrusen von oxalsauerem Kalk in vielen Parenchymzellen vorhanden.

Vergleichen wir mit dem Blatte des *Eryngium* nun das von *Schlechtendalia* (s. Taf. III. Fig. 1 u. 3), die Gewebetheile in derselben Reihenfolge besprechend. Die Epidermis bietet in der Anordnung und Beschaffenheit der Zellen ziemlich dieselben Verhältnisse dar. Die Spaltöffnungen dagegen, in gleicher Zahl auf beide Seiten des Blattes vertheilt, werden von mehreren Nebenzellen strahlenförmig umgeben und ihr Porus steht nicht regelmässig in der Längsrichtung. Die Schliesszellen, welche hier ebenfalls frei an den Nebenzellen ansitzen, liegen mit diesen in gleicher Höhe. Die Haare, welche wie erwähnt, dieses Blatt besitzt, sind einzellige Trichome, welche von einigen der grösseren und dünnwandigeren, über dem Parenchym liegenden Epidermiszellen getragen werden. Sie endigen oben spitz und sind mehr wie doppelt so lang als das Blatt dick ist. Ein eigentliches Hypoderma ist nicht vorhanden aber von den gleich zu beschreibenden Bastbündeln aus zieht sich meist nach beiden Seiten noch eine Lage sklerotischer Zellen an der Epidermis eine Strecke weit hin. Diese subepidermalen Bastbündel, welche hier wie beim *Eryngium* das Blatt durchziehen, sind nun von ganz anderer Form als dort; auch sind ihre Zellen, obschon sonst von derselben Beschaffenheit, hier grösser und gleichförmiger. Die Bündel springen nicht keil- sondern leistenartig in das Blattinnere vor und sind am inneren Ende sogar bisweilen stärker als am äusseren; sie erstrecken sich bis dicht an die Gefässbündel und umfassen diese stellenweise mit ihren seitlichen Theilen. Die der Unterseite sind im Allgemeinen breiter und stärker als die der Oberseite; hier sind sie in einzelnen Fällen über schwächeren Gefässbündeln nur durch einige unter der Epidermis liegende sklerenchymatische Zellen vertreten. Zwischen den den Gefässbündeln entsprechenden Fasersträngen liegen keine anderen und daher kommt es, dass die Rippen des Blattes vor den der mechanischen Stützen entbehrenden Zwischentheilen stark hervorspringen und die Oberfläche desselben stark gefurcht erscheint, während beim

Eryngium die beiden Blattflächen ziemlich glatt und parallel sind. Der Blattrand besteht auch hier, wie dort, aus lauter sklerenchymatischem Gewebe. — Der Verlauf der Gefässbündel ist derselbe wie der bei der Umbellifere beschriebene, abgesehen davon, dass sich hier in einem Nerven immer nur ein Bündel findet, nie zwei über einander liegen. Sie sind nicht alle gleich an Grösse, sondern zwischen den grossen in den hervortretenden Rippen liegenden treten hie und da kleinere, nur aus wenigen Gefässen und Phloemzellen gebildete und auf der Unterseite nur von einigen Bastfasern begleitete Bündel auf. Das parenchymatische Grundgewebe wird dei diesem Blatte nicht von Luftcanälen durchzogen. Seine Zellen sind alle von annähernd gleicher Gestalt, so dass sich hier ein Pallisadengewebe nicht deutlich differenzirt und führen durchweg Chlorophyll, soweit es sich an dem trockenen Material erkennen liess.

Nicht minder als die Blätter sind auch die Stengel von *Eriophorum* und *Schlechtendalia* in ihrem anatomischen Bau verschieden. Ein Querschnitt durch die Blüthenstandsaxe des ersteren erinnert sehr an die Verhältnisse, welche sich bei andern *Eryngien* finden und zwar besonders durch den subepidermalen Bastring und die unregelmässige Lage der Gefässbündel.

Die Beschaffenheit der einzelnen Gewebe ist folgende: Die Epidermis besteht aus lauter gleichmässigen langgestreckten Zellen mit stark cuticularisirter Aussenwand, und besitzt keine Spaltöffnungen, wenigstens waren solche nirgends zu bemerken. An sie schliesst sich eine ununterbrochen ringsumgehende Schicht von mehreren Lagen sklerenchymatischer Zellen und zwar ist diese Schicht in den Vorsprüngen des Stempels beträchtlich stärker als in den Vertiefungen desselben. Die äussersten Zellen sind am kleinsten und dickwandigsten; nach innen zu werden die Zellen breiter und weniger dickwandig. An der inneren Grenze dieser Schicht liegen in weiteren oder geringeren Abständen intercellulare Secretbehälter, deren Epithel zum grösseren Theil seines Umfanges von dem Sklerenchym umgeben wird, während der andere Theil von den anstossenden derbwandigen Parenchymzellen begrenzt wird. Dieses Rindenparenchym erfüllt den Zwischenraum zwischen dem äusseren Bastbeleg und den Gefässbündeln, vor denen hie und da auch Secretbehälter liegen. Die Gefässbündel selbst sind von einander getrennt, werden aber durch eine aus sklerenchymatischen Zellen bestehende Scheide vereinigt, die nur soweit unterbrochen ist, dass das Phloem durch kleine Verbindungsstellen mit dem Parenchym communiciren kann. Die Gefässbündel liegen nicht in einem Kreise, sondern einzelne treten nach aussen vor, sodass sie mit ihrer Scheide bis fast an den äusseren Bastbeleg reichen. Bisweilen findet man auch ein einzelnes von dem allgemeinen Verbande getrenntes und mit besonderer Scheide umgebenes Bündel ausserhalb der anderen liegen. Das Phloem besteht aus ziemlich gleichförmigen etwas collenchymatisch verdickten Zellen. Die daran grenzenden Xylemelemente sind dickwandige Holzzellen, auf welche die Gefässe in nur zwei bis drei Reihen nebeneinander folgen, wodurch dieser Theil schmal und langgestreckt erscheint. Die sklerenchymatische Scheide der Gefässbündel geht in das Markparenchym über, dessen Zellen nach innen zu dünnwandiger werden. Dasselbe erfüllt den ganzen mittleren Theil des Stammes und wird ebenfalls von secretführenden Intercellularcanälen durchzogen, die theils die Gefässbündel begleiten, theils ohne Beziehung zu denselben zerstreut auftreten.

Im Stengel von *Schlechtendalia* nun besteht die Epidermis aus gleichmässigen dickwandigen Zellen mit stark cuticularisirter Aussenwand. Auf einzelnen derselben sitzen wie bei dem Blatte dieser Art einzellige Haare, die sich aber hier dadurch auszeichnen, dass um ihre Basis sich von der Cuticula der betreffenden Epidermiszelle ein ringförmiger Wall erhebt, in dem das Haar wie in einer Scheide steckt. Dieser so umscheidete Theil des Trichoms ist auch dünnwandiger, während nach oben sich seine Zellwand immer mehr verdickt und nur noch ein ganz enges Lumen übrig lässt. Die äusseren Enden der Haare sind einfach zugespitzt. Spaltöffnungen fehlen ebenso wie beim *Eryngium* Dagegen finden sich beträchtliche Unterschiede der beiden Arten in der Rinde; denn während bei der Umbellifere entsprechend den Forderungen der Druckfestigkeit die äusserste Rindenschicht aus sehr dickwandigen Elementen besteht, werden die hier unter der Epidermis liegenden 12 bis 15 Zelllagen aus nur ganz schwach collenchymatisch verdickten Zellen gebildet, die durch das Trocknen sehr zusammengeschrumpft waren. Nach innen zu nehmen diese Zellen an Grösse zu und die innersten bilden eine besonders deutliche durch die Gleichmässigkeit und Grösse der Zellen ausgeprägte Lage, gegen welche sich das folgende sklerenchymatische Gewebe ringsum im Kreise scharf abgrenzt. Dieses umschliesst die von einander getrennten Gefässbündel, um die es sich innen in zusammenhängenden Bögen zieht. So bildet es einen ziemlich starken, die mechanische Festigkeit des Stengels sichernden Cylinder. Die Gefässbündel liegen in einem Kreise, sind viel grösser, dafür aber auch geringer an Zahl als beim *Eryngium*. Das Phloem, zu welchem sich hier keine Zugänge vom Parenchym durch die Scheide erkennen lassen, besteht aus dünnwandigen Zellen; aus dünnen Schnitten war es meist im Zusammenhang herausgefallen. Die daran grenzenden Xylemelemente sind kleine dickwandige Zellen und erst weiter nach innen liegen die Gefässe in deutlichen Reihen, deren ein Gefässbündel bis zu 15 und mehr besitzt, während wir beim *Eryngium* nur zwei bis drei fanden. Die ganze Mitte des Stengels wird von Mark erfüllt, dessen Zellen an der Grenze der Gefässbündelscheide dickwandiger sind als in der Mitte, sodass die beiden Gewebeformen in einander übergehen. Die mit zahlreichen Poren versehenen Zellwände sind etwas stärker, als die im Marke des *Eryngium* und die Zellen liegen hier nicht in so regelmässigen Reihen über einander wie dort. Secretgänge fehlen im Stengel wie im Blatte vollständig.

Besser als eine ausführliche Beschreibung wird ein Blick auf die Abbildungen der nebeneinander stehenden Blatt- und Stamm-Querschnitte der beiden Arten die anatomischen Unterschiede erkennen lassen. Sie liegen in Blatt und Stamm hauptsächlich in dem Bau der Gefässbündel und der Anordnung des mechanischen Gewebes. Ersterer entspricht bei *Schlechtendalia* mehr den im Allgemeinen bei den Dikotylen herrschenden Verhältnissen, während das *Eryngium* Abweichungen zeigt, wie sie überhaupt bei den schmalblätterigen Vertretern dieser Gattung in der verschiedensten Art und Weise vorkommen. Dagegen sind die einzelnen Elemente der Gefässbündel bei beiden von ziemlich derselben Beschaffenheit. — Die Steifheit des Blattes wird hier wie dort durch subepidermale Sklerenchymstränge hervorgerufen. Bei *Schlechtendalia* bilden die Sklerenchymstränge der Ober- und Unterseite mit dem in der Mitte liegenden Gefässbündel beinahe eine die beiden Blattflächen verbindende Platte, während sie beim *Eryngium* nach dem Gefässbündel zu schmäler werden und so zwei mit ihren Schneiden einander zugewendete Keile vorstellen. Ferner fehlt das im Blatte des *Eryngium* vorhandene Hypoderma der anderen Art. Noch verschiedener ist die Vertheilung des Sklerenchyms im Stengel bei diesen Pflanzen. Bei *E. eriophorum* zerfällt es in einen subepidermalen Beleg und eine davon durch Rindenparenchym getrennte Gefässbündelscheide von sehr unregelmässiger Form. Bei *Schlechtendalia* dagegen ist es nur als diese Scheide vorhanden, die dafür stärker ist und der Form eines Cylinders näher kommt. Erwähnen wir noch das Vorhandensein der Oelgänge im Gewebe der Umbellifere und das Fehlen derselben bei der Composite, dazu die schon in der habituellen Vergleichung hervorgehobene Auszeichnung dieser gegenüber jener durch den Besitz von langen einzelligen Haaren, so haben wir damit wohl die hauptsächlichsten Eigenthümlichkeiten der beiden Pflanzen einander gegenübergestellt.

Das Interessanteste an dieser Vergleichung ist das Ergebniss, dass äussere morphologische Aehnlichkeit noch keine entsprechende anatomische Aehnlichkeit bei im System getrennten Pflanzen voraussetzt. Es zeigt sich hier, dass die anatomischen Verhältnisse nicht blos von der äusseren Gestalt und den Lebensbedingungen einer Pflanze abhängig sind, sondern auch in der systematischen Verwandschaft ihre Begründung haben. Den verschiedenen Anforderungen des Wachsthums der Pflanze, wie z. B. der mechanischen Festigkeit, kann auf verschiedene Weise und doch vielleicht gleich genügend entsprochen werden, und meist kommen diese verschiedenen Weisen in den verschiedenen Gattungen des Systems zum Ausdruck. Die anatomische Beschaffenheit auch der vegetativen Organe ist jedenfalls in der systematischen Verwandtschaftsbestimmung zu berücksichtigen, denn die anatomische Untersuchung kann derselben in manchen Fällen eine Unterstützung gewähren[1]. —

---

[1] cf. Radlkofer. Ueber die Methoden in der botanischen Systematik, insbesondere die anatomische Methode (Festrede, gehalten in d. Sitzung d. k. Akad. d. Wissensch. in München am 25. Juli 1883). München 1883.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. *Schlechtendalia luzulifolia* Less.
Fig. 2. *Eryngium eriophorum* Cham.

Schematische Querschnitte durch einen Theil des Blattes. Die Sklerenchymbündel und das Hypoderma (Fig. 2). Durch Punktirung, das chlorophyllführende Parenchym durch grüne Farbe, in den Gefässbündeln das Phloem durch einfache Schraffirung, das Xylem durch Andeutung der Gefässe bezeichnet (bei a eine Gefässbündelanastomose). Die Doppelstriche in der Epidermis bedeuten die Spaltöffnungen; die Haare auf derselben in Fig. 1 sind nicht ausgezeichnet. In Fig. 2 deuten die Punkte im Parenchym die Krystalldrusen an.

Fig. 3. *Schlechtendalia luzulifolia* Less.
Fig. 4. *Eryngium eriophorum* Cham.

Querschnitte durch einen Blattnerven.

Fig. 5. *Schlechtendalia luzulifolia* Less.
Fig. 6. *Eryngium eriophorum* Cham.

Schematische Querschnitte durch einen Theil des Stengels. In beiden bezeichnet die graue Farbe das Parenchym; die sklerenchymatischen Scheiden sind weiss gelassen, die Grenzen punktirt, um anzudeuten, dass die Gewebe in einander übergehen. In den von den Scheiden umschlossenen Gefässbündeln, wie in Fig. 1 u. 2. Das Phloem durch einfache Schraffirung, das Xylem durch Andeutung der Gefässe charakterisirt. Bei Fig. 5 unter der Epidermis mit den nicht ausgezeichneten Haaren ein schwach collenchymatisches Gewebe. In Fig. 6 sollen die kleinen doppelten Kreise die Oelgänge darstellen.

16. F. Hildebrand: Ueber die Schutzeinrichtungen bei den Oxaliszwiebeln.

Eingegangen am 6. März 1884.

Bei den Untersuchungen, welche ich seit längerer Zeit über die Lebensweise zahlreicher *Oxalis*arten angestellt habe, zeigten sich an den mit Zwiebeln versehenen verschiedene eigenthümliche Erscheinungen, von denen einige allgemeineres Interesse erregen dürften. Namentlich sind die Schutzeinrichtungen, welche die Zwiebeln gegen das Klima besitzen besonders merkwürdig, und wir haben hier, wo bei den einen, den amerikanischen Arten, zur Ruhezeit weniger ausdauernde Hitze zu ertragen ist, als bei den anderen, den südafrikanischen, ein schönes Beispiel dafür, wie bei grösseren Anforderungen eine um so ausgesprochenere Arbeitstheilung eintritt.

Die Schutzmittel, welche diese Zwiebeln besitzen sind einestheils in ihrem anatomischen Bau, anderentheils in ihrer Lage im Erdboden begründet.

Bei den amerikanischen Arten bestehen die Zwiebeln aus einer grossen Anzahl von Schuppen, von denen nur die äussersten durch ihre häutige, membranöse Beschaffenheit zu weiter nichts als zu einem schwachen Schutze dienen, die inneren Nährschuppen sind, während die in der Mitte liegenden, die Hauptmasse der Zwiebel bildenden, zugleich Schutzmittel an sich haben und als Speicher für Stärkemehl dienen. Der Schutz dieser mittleren Schuppen wird in nicht sehr starker Weise dadurch hervorgebracht, dass dieselben am Rande, oft auch auf der Innenseite, besonders nach der Basis zu, mit Seidenhaaren oder kurzen Drüsenhaaren versehen sind; das innere Gewebe besteht zum grössten Theil aus Stärkeparenchym.

Ganz anders ist das Verhältniss bei den südafrikanischen Arten. Hier bestehen die Zwiebeln aus verhältnissmässig nur wenigen Schuppen, von denen die inneren fast ganz aus Stärkeparenchym zusammengesetzt und also nur Nährschuppen sind, während die äusseren Schuppen nur zum Schutz dienen; Uebergangsbildungen zwischen beiden Arten von Schuppen fanden sich nirgends. Es sei hier nur ein Beispiel, das von *Oxalis variabilis*, angeführt. Von innen nach aussen bestehen hier die Schutzschuppen aus einer Lage von quergestreckten Zellen, einer Lage von längsgestreckten, die in tangentialer Richtung plattgedrückt sind und sich schliesslich fast bis zum Verschwinden ihres Lumens verdicken, das Material hierzu kommt aus einer benachbarten mehr oder weniger dicken Parenchymschicht, die nach dem Ausreifen der Zwiebel ganz von Stärke entleert ist, aber dann durch ihre vertrockneten lufthaltigen Zellen auch noch zum Schutz beiträgt; nach aussen finden sich dann kurze Haare, welche zur Reifezeit der Zwiebel derartig eine harzige Substanz ausscheiden, dass die aufeinanderfolgenden Schuppen fest untereinander verklebt sind. Es folgen hier also in regelmässiger Abwechselung aufeinander: eine Schicht quergestreckter Zellen, eine Schicht stark verdickter langestreckter, eine solche von luftführenden vertrockneten Zellen und eine Harzschicht, in der That eine ausgezeichnete Schutzeinrichtung, welche aber auch für diese, der ausdörrenden Sonne lange ausgesetzten Zwiebeln durchaus nöthig ist.

Sowohl die amerikanischen wie die afrikanischen Arten bilden oft zur Vegetationszeit an der Basis ihrer Zwiebeln eine oder mehrere rübige oder spindlige Wurzeln, manchmal von überraschender Länge und Dicke, deren Zellen sich ganz mit Wasser füllen, welches dazu dient um der Pflanze dann, wenn die trockene Zeit eintritt, noch längere Zeit Feuchtigkeit zu liefern, wodurch die Blätter noch lange frisch erhalten werden und so noch assimiliren können; endlich, nach dem Absterben dieser, dient die letzte Flüssigkeit aus diesen Wasserspeichern zum Ausreifen der Zwiebeln.

Auch in Bezug auf die Lage und den Bildungsort der Zwiebeln im Erdboden zeigen die amerikanischen und die afrikanischen Arten bemerkenswerthe Verschiedenheiten. Die Brutzwiebeln der amerikanischen Arten werden in nicht erheblicher Tiefe gebildet, während die der afrikanischen durch eigenthümliche Wachsthumsverhältnisse in grösseren Tiefen entstehen, durch welchen Umstand es auch geschieht, dass man bei der Cultur der letzteren in Töpfen, wenn man auch die Zwiebeln nicht tief gelegt hat, doch deren meiste und stärkste Brut am Grunde der Töpfe findet.

Bei den amerikanischen Arten wird die nach dem Ansatz der Laubblätter endständig sich bildende neue Zwiebel nur schwach in den Boden hinabgezogen, jedenfalls aber so viel, dass sie nicht über der Erde zu liegen kommt, was unfehlbar geschehen müsste, wenn kein Hinabrücken der ganzen Pflanze stattfände. Die Brutzwiebeln entstehen entweder ungestielt an der Basis der alten, wie z. B. bei *Oxalis Lasiandra*, oder an der Spitze langer Ausläufer, welche ihrerseits in den Boden ein wenig hinabwachsen. Ganz anders bei den afrikanischen Arten, wo die Zwiebel immer mit einem die Laubblätter und den Blüthenstand tragenden Spross endigt und nur ganz ausnahmsweise wieder in eine Zwiebel ausgeht. Die Bildung der Brutzwiebeln in grösserer Tiefe als die ist, in welche die alte Zwiebel gelegt worden, findet in sehr verschiedener Weise statt: entweder, z. B. bei *O. Bowiei*, lösen sich die alten Schutzschuppen an ihrer Basis los und die Zwiebelachse dehnt sich nun, die Nährschuppen noch tragend, derartig aus, dass die letzteren in die Tiefe rücken, und nun entstehen hier in ihren Achseln die hauptsächlichsten Brutzwiebeln, andere an dem gestreckten Achsentheil, meist nur wenige an dem über den alten Zwiebelschuppen gelegenen. Andere Fälle verhalten sich ähnlich, z. B. *O. cernua*, nur dass hier auch die Nährschuppen nach ihrer Erschöpfung sich loslösen und also oben bleiben, während die Basis der Stammachse weit abwärts rückt und die sich dehnende fadige Achse an mehreren Stellen Brutzwiebeln bildet. In beiden Fällen wird das Hinabrücken der Zwiebelbasis auch dadurch erleichtert, dass der an ihr befindliche Wasserspeicher bei seinem Hinabwachsen in die Tiefe hinter sich eine Höhlung in der Erde zurücklässt. In noch anderen Fällen tritt aus der Spitze der Zwiebel, welche sonst an ihrer Stelle verhaart, die Achse hervor und trägt an ihrem horizontalen oder etwas geneigten Verlauf im Erdboden Brutzwiebeln, welche aber bald dadurch in die Tiefe rücken, dass die alten harten Zwiebelschuppen, welche sich nicht an der Basis ablösen, nebst ihrem Inhalt in die Tiefe wachsen. Es geschieht dies oft bei *O. Piottae*, während *O. variabilis* theils sich wie diese verhält, theils hier durch Ablösen der Schutzschuppen an ihrem Grunde die Zwiebelbasis in die Tiefe rückt. — Bei *Oxalis fabifolia* und Verwandten endlich, ebenso bei *O. flava* etc. bleiben wie bei *O. cernua* die an ihrer Basis sich loslösenden Schutz- und Nährschuppen an ihrer Stelle liegen; die von ihnen befreite Basis der Stengelachse dehnt sich nun aber nicht mit der Wurzel in die Tiefe, sondern wächst in die Röhre, welche von der verkorkten Rinde der letzteren gebildet wird, tief hinab, das Innere der Wurzel vor sich herschiebend, bis sie endlich, manchmal in bedeutender Entfernung von den alten Zwiebelschalen angelangt, ein oder zwei Brutzwiebeln bildet, welche, wenn sie bei ihrem Wachsthum die Wurzelröhre endlich durchbrechen, den Eindruck machen, als ob sie an der Wurzel selbst sich gebildet hätten.

So werden also in den berührten Fällen die Brutzwiebeln zum Theil in grösseren Tiefen gebildet, als die alte Zwiebel im Erdboden lag; diese tiefer liegenden Zwiebeln erwiesen sich immer als die stärksten, ausser denjenigen, welche sich in den etwa nicht gesprengten alten Zwiebelschalen gebildet hatten. Besonders interessant zeigte sich nun aber *O. rubella* und die mit dieser verwandten Arten, welche keine Wasserspeicher bilden und die, wie es scheint, im Zusammenhange hiermit nicht in die Tiefe rücken. Hier wird nämlich die Zwiebel sogleich bei den aus den Samen erwachsenden Keimlingen in höchst überraschender Weise in der Tiefe gebildet. Diese Arten, ebenso die *O. lancifolia* und Verwandte haben Samen, welche ganz abweichend von den an *Oxalis*arten sonst bekannten gebildet sind und sich auch bei der Keimung abweichend verhalten. Sie besitzen nämlich neben der fleischigen den Schleudermechanismus enhaltenden Haut keine harte Schale, sondern eine nur ganz dünne membranöse Haut und keimen sogleich nach dem Aufspringen; Austrocknen tödtet sie. Nach der Keimung dringt die Wurzel schnell senkrecht tief in den Boden, und zwischen den beiden Cotyledonen tritt bei *O. rubella* und Verwandten ein einzelnes gestieltes meist mit 5 Theilblättchen (die erwachsene Pflanze hat 3zählige ungestielte Blätter) versehenes Laubblatt hervor, gerade aufgerichtet einem Stämmchen ähnlich und meist das einzige Blatt in der ersten Vegetationsperiode des Keimlings bleibend. Dies liefert die Nahrung für eine Zwiebel, welche sich nun innerhalb der Erde bildet: mehrere Centimeter unterhalb der Cotyledonen schwillt nämlich die Wurzel spindelig an und in dieser Anschwellung oder etwas oberhalb derselben bildet sich nun eine einzelne Brutzwiebel als Ende der, ähnlich wie bei *O. fabifolia*, in der Wurzel hinabgewachsenen Stammachse aus, welche aus dem Inneren der Wurzelspindel bei ihrem Wachsthum bald hervortritt. Immer bleibt aber ihre Spitze in dem Innern der Wurzel stecken, eine ausgezeichnete Schutzeinrichtung: denn wenn nun im nächsten Jahre aus ihrer Spitze der zarte Keim hervortritt, so wächst dieser innerhalb der alten Wurzelröhre des Keimlings, deren Wände ganz erhärtet sind, leicht empor, und hat nicht nöthig durch den Erdboden hindurch sich Bahn zu brechen, wozu sie auch durch Mangel einer scharfen Spitze, welche andere *Oxalis*arten besitzen, nicht geeignet wäre.

Dass diese erwähnten Wachsthumsverhältnisse nicht allein zum Schutz der Zwiebeln gegen das Klima dienen, sondern auch dazu, um die Pflanzen im Erdboden zu verbreiten, liegt auf der Hand: ein senkrechtes Wachsen der Zwiebelachsen in den Erdboden hinab findet nicht statt, sondern immer ein mehr oder weniger geneigtes, sodass die Brutzwiebeln sowohl in verschiedenen Tiefen als auch horizontal in Entfernungen von einander gebildet werden.

Gegen den Angriff von Thieren scheinen die eigenthümlichen braunen Harzräume zu dienen, welche ebenso wie an vielen oberirdischen Theilen der *Oxalis*arten auch in den Zwiebeln vorkommen, denn dort, wo diese Zwiebeln weiche Schalen haben, wie bei den amerikanischen Arten und auch vielen südafrikanischen, sind sie besonders sowohl in den Nährschuppen wie in den Schutzschuppen vertreten, während dort, wo die Zwiebeln durch Härte ihrer Schutzschuppen den Angriffen der Thiere widerstehen können, wie z. B. bei *Oxalis cernua*, und *variabilis*, sowohl in diesen, wie namentlich auch in den Nährschuppen die Harzmassen fehlen.

Ueber die vorstehenden Verhältnisse sowie über die Lebensweise der *Oxalis*arten überhaupt wird demnächst Ausführlicheres an anderem Orte mitgetheilt werden.

17. Eduard Strasburger: Die Endospermbildung bei Daphne.

Eingegangen am 8. März 1884.

Die neuerdings wieder von Prohaska[1]) aufgestellte Behauptung, dass Zellkerne frei im Embryosack der *Daphne*-Arten entstehen, musste mir aus allgemeinen Gründen recht unwahrscheinlich erscheinen. Eine ältere, ähnliche Angabe von Darapsky[2]), an welche Prohaska erinnert, glaubte ich definitiv als irrthümlich erwiesen zu haben[3]). Wenn, was ich überhaupt nicht für wahrscheinlich halten kann, freie Kernbildung noch an irgend welcher Stelle nachgewiesen werden sollte, so dürfte dies wohl kaum in den Embryosäcken der Phanerogamen geschehen. Die neueren Forschungen haben bis jetzt überall die Continuität der Zellkerne erwiesen, und ist die pflanzliche Histologie sogar auf dem Wege, eine ähnliche Continuität auch für Chromatophoren festzustellen. Da mein verehrter College Leitgeb die Güte hatte, mir Alcohol-Material von *Daphne Blagayana* zur Verfügung zu stellen, so konnte die Prüfung der Prohaska'schen Angaben an derselben *Daphne*-Art, die Letzterer vornehmlich untersucht hatte, vorgenommen werden. Es stellte sich dabei heraus, dass die Gebilde, die Prohaska als freie Kerne im Embryosack der *Daphne Blagayana*, in Anwesenheit der noch nicht verschmolzenen „Polkerne“ entstehen lässt, nicht im protoplasmatischen Wandbeleg des Embryosackes entstehen, vielmehr seiner Oberfläche anhaften. Schnitte, welche diese Verhältnisse zeigen, sind leicht zu erhalten; man braucht nicht einmal die eine anatrope Samenknospe aus dem Fruchtknoten zu befreien, schneidet vielmehr mediane Lamellen aus beiden zugleich heraus. Der Embryosack zeigt sich in dem Alcoholmaterial contrahirt. Auf dem in Frage stehenden Entwicklungszustande, nach erfolgter Befruchtung, sieht man die beiden secundären, einander meist intim berührenden, je ein grosses Kernkörperchen führenden Polkerne in einer Protoplasma-Ansammlung im unteren Ende des Embryosacks liegen. Die Gegenfüsslerinnen, hier relativ zahlreich, füllen das untere, zugespitzte Ende des Embryosacks aus. Der contrahirten Embryosackwandung haften die fraglichen Gebilde an. Sie zeigen verschiedene Grösse, doch häufig so, dass ihre Grösse gegen die Mikropyle zu abnimmt. Sie sind ziemlich stark

---

1) Bot. Ztg. 1883, Sp. 865.

2) Bot. Ztg. 1879, Sp. 553.

3) Zellbild. u. Zellth. III. Aufl. p. 14.

lichtbrechend, oft zeigen viele oder einzelne in ihrem Innern einen dichteren Kern, um diesen eine strahlig angeordnete Substanz. Bei den sich von der Fläche präsentirenden Gebilden dieser Art ist nicht zu constatiren, ob sie innerhalb oder ausserhalb der Embryosackwandung liegen, und dieser Umstand hat Prohaska getäuscht. Wo man ein solches Gebilde genau in Profil sieht, ist über dessen wirkliche Lage meist kein Zweifel möglich. Lässt man die Schnitte einige Stunden in Borax-Carmin liegen, so zeigen sich alle Zellkerne des Präparats intensiv, die fraglichen Gebilde nicht unwesentlich schwächer gefärbt. Wird hierauf ein solches Präparat für einige Minuten in einprocentige Essigsäure-Methylgrün-Lösung getaucht, so erscheinen die Zellkerne des Nucellus und der ihn umgebenden Gewebe violett, die Polkerne und die Keimanlage roth, und auch die fraglichen Gebilde an der Oberfläche des Embryosacks sind jetzt kräftig roth gefärbt. Letztere stechen auf diese Weise sehr scharf gegen die Zellkerne des umgebenden Nucellus ab. Mit Jodjodkaliumlösung werden alle Zellkerne, der Inhalt der Zellen und die fraglichen Gebilde gelbbraun gefärbt, sie widerstehen in derselben Weise wie die Zellkerne und der Zellinhalt der Einwirkung von Salzsäure. Alle diese Reactionen wurden ausgeführt, um die Möglichkeit, dass es sich in den fraglichen Gebilden um etwaige Efflorescenzen handle, auszuschliessen. Vergleichende Untersuchungen ergaben zugleich, dass die fraglichen Gebilde Reste von Nucellarzellen repräsentiren. Der Embryosack beginnt nach vollzogener Befruchtung an Grösse rasch zuzunehmen und die Nucellarzellen der Umgebung energisch zu verdrängen. Die Wandung dieser Zellen wird aufgelöst, wonach ihr Zellleib zusammenschrumpft. In der Umgebung des Embryosacks findet man solche verschrumpfte Zellen, an welchen Cytoplasma und Zellkern noch deutlich zu unterscheiden sind; dann nimmt das ganze Gebilde noch weiter an Grösse ab, das Cytoplasma schmiegt sich dem Zellkerne so an, dass die äussere Grenze des letzteren kaum mehr zu unterscheiden ist; das ganze Gebilde wird stärker lichtbrechend, verändert und verliert zum Theil seine Tinctionsfähigkeit, während der Cytoplasmarest um den Kernrest oft gleichzeitig strahlige Differenzirung annimmt. Erst auf dem Stadium, wo Cytoplasma und Zellkern zu einem einheitlichen Körper verschmolzen sind, haftet das Gebilde so fest an dem Embryosack, dass es dessen Wandung bei der Contraction folgt. Diese Zellreste werden schliesslich aufgelöst, ihre Substanz kommt jedenfalls der Ernährung des Embryosacks zu Gute. Der Umstand, dass die Zellreste nach der Mikropyle zu meist kleiner werden, hängt mit der Grössenabnahme der Nucellarzellen in dieser Richtung zusammen. Dass ihre Vertheilung am Embryosack oft eine recht ungleiche ist und dass sie auch in Gruppen beisammen liegen können, hat schon Prohaska bemerkt. — Bei *Daphne Laureola* findet man nur selten und dann nur vereinzelt solche dem contrahirten Embryosacke anhaftenden Zellleiber, diese verbleiben am Nucellargewebe und erfahren während ihrer Auflösung nicht so weit gehende Verschmelzungen. Der Embryosack von *Daphne Laureola* ist in allen Einzelheiten ebenso wie derjenige von *Daphne Blagayana* gebaut, doch die beiden Polkerne verschmelzen hier frühzeitig. Unterschiede in diesem letzten Punkte sind zwischen nahe verwandten Pflanzen auch sonst nicht selten, und habe ich beispielsweise früher schon auf die relativ späte Verschmelzung der Polkerne bei *Allium fistulosum* aufmerksam gemacht[1]). — Bei *Daphne Blagayana* fehlte mir hierzu das nöthige Material; doch stellte ich bei *Daphne Laureola* die selbstverständliche Thatsache fest, dass der in der protoplasmatischen Ansammlung des unteren Embryosackendes liegende secundäre Embryosackkern sich theilt und die Plasma-Ansammlung dann auch in gleichen Partieen den beiden Schwesterkernen folgt. Ich fand vier Zellkerne in einem anderen Embryosack und stellte fest, dass die sich vermehrenden Zellkerne langsam, der Wandung entlang, dem Mikropylende des Embryosacks sich nähern. — Auch bei *Daphne Blagayana* gelang es mir übrigens, die beiden Polkerne zu einem einzigen, mit nur einem grossen Kernkörperchen versehenen secundären Embryosackkern schliesslich verschmelzen zu sehen. Die Plasma-Ansammlung mitsammt diesem Kerne war gleichzeitig im Embryosack etwas heraufgerückt, eine Erscheinung, der ich bei *Daphne Laureola* nicht begegnet war. Weiterhin standen mir nur ziemlich vorgerückte Zustände mit zahlreichen Zellkernen zur Verfügung. Letztere, der inneren Wandung des Embryosacks anliegend, hatten nichts mit den an dessen Aussenfläche zuvor haftenden Gebilden zu thun. Wie selbstverständlich waren in solchen, die Endospermkerne führenden Embryosäcken der *Daphne Blagayana*, die beiden Polkerne, respective der secundäre Embryosackkern, in dem unteren Embryosackende nicht mehr zu finden. Prohaska bildet einen solchen Zustand (l. c. Taf. VIII Fig. 9) auch richtig ab, nur dass er noch einige, der Aussenfläche des Embryosacks anhaftende Gebilde als Entwicklungszustände werdender Zellkerne mit in seiner Figur anbringt. Auf solchen vorgeschrittenen Entwicklungszuständen werden übrigens auch bei *Daphne Blagayana* die anhaftenden Zellreste an der Oberfläche des Embryosacks seltener. In einem solchen, zahlreiche Zellkerne führenden Embryosacke fand ich die Zellkerne paarweise zusammenhängend, somit augenscheinlich nach kürzlich erfolgter Theilung.

---

1) Angiosp. u. Gymnosp. p. 21.

18. C. Kraus: Die Saftleistung der Maiswurzel.

(Vorläufige Mittheilung.)

Eingegangen am 11. März 1884.

Nachdem auf Grund der Versuche mit höchster Wahrscheinlichkeit der Satz ausgesprochen werden konnte[1]), dass es eine allen jüngeren Wurzeltheilen gemeinsame Fähigkeit ist, auf Querschnitten des Stammes Saft zum Austritt zu bringen und so die Erscheinung des Wurzeldrucks hervorzurufen, war es die nächste Aufgabe, das zum Aufbau einer auf die thatsächlichen Verhältnisse begründeten Theorie erforderliche Material durch specielle Untersuchung zu gewinnen, namentlich festzustellen, wie sich die Leistung der einzelnen Gewebeformen einer thätigen Wurzel für sich und im normalen Gewebsverbande gestaltet. Es war nothwendig, den üblichen Weg zu verlassen, der darin besteht, auf den Stammquerschnitt eine Röhre aufzusetzen, die Höhe, bis zu welcher der Saft emporsteigt, zu bestimmen oder auch die erreichbare Druckhöhe oder ausfliessende Saftquantität in ihrer Abhängigkeit von verschiedenen Bedingungen zu ermitteln. Es lässt sich leicht zeigen, dass dieser Weg zu keiner tieferen Einsicht führen kann.

Das erste Object, welches in eingehende Untersuchung genommen wurde, waren die Wurzelknollen von *Dahlia variabilis*[1]). Die Untersuchung derselben lenkte zugleich die Aufmerksamkeit auf die Fortbewegung der organischen Substanz im Innern der Pflanze auf dem Wege der Filtration und lieferte Belege dafür, dass einseitige Betonung der Saftbewegung durch Osmose mit den thatsächlichen Verhältnissen nicht im Einklang steht; auch konnte auf tief greifende Beziehungen zwischen der Filtrationsbewegung einerseits, den Verhältnissen der Gewebespannung und den mit dem Alter der Zellen der Wurzelknollen eintretenden Gestaltsveränderungen andererseits hingewiesen werden.

Als zweites Object habe ich die Wurzeln von *Zea mais* vorgenommen, und ich möchte aus diesen Untersuchungen hier einige Sätze zur vorläufigen Mittheilung bringen.

1. Als Ausgangspunkt der Untersuchung war festzustellen, wie sich die einzelnen Gewebeformen hinsichtlich der Saftentleerung auf eben

---

[1]) Die Saftleistung der Wurzeln, besonders ihrer jüngsten Theile. I. Abhandlung: Ueber Verbreitung und Nachweis des Blutungsdrucks der Wurzeln. Forschungen auf dem Geb. der Agriculturphysik, herausgeg. von E. Wollny. Bd. V., Heft 5, p. 432—462. — II. Abhandlung: Die Saftleistung der Wurzelknollen von *Dahlia variabilis* Ibid. Bd. II, Heft 5, p. 395—459.

hergestellten Querschnittsflächen verhalten, welche Qualität die entleerten Säfte besitzen, und wie sich diese Verhältnisse in den successiven Entwickelungsstadien ändern. Es ergab sich, dass durch die Untersuchungen von Sachs, welcher bereits die Orte des Saftaustritts und die Qualität der ausgeschiedenen Säfte zu ermitteln suchte, der Sachverhalt nicht erschöpft ist; dass nach der von diesem Autor angewandten Methode verschiedene, für unseren Zweck wichtige Thatsachen der Beobachtung entgehen, demnach diese Methode bei alleiniger schematischer Anwendung nicht genügt.

Als Untersuchungsobjekt dienten in erster Linie die starken Knotenwurzeln kräftiger Maispflanzen. Diese Wurzeln lassen schon zufolge ihrer Dicke eine genauere Einsicht in die Vorgänge der Saftentleerung und eine Unterscheidung der betheiligten Schichten zu, sie gestatten ausserdem eine sehr bequeme und länger dauernde Beobachtung, wenn sie nicht abgeschnitten werden, sondern die Stammstücke, denen sie entspringen, in nassen Sand kommen, die zu beobachtende Wurzel nach aufwärts gekehrt. Im Allgemeinen wirkt eine Reihe von Umständen zusammen, um die Beobachtungen so durchführen zu können, dass Vorkommnisse wahrgenommen werden, welche nur ungenügend oder gar nicht zur Geltung kommen, wenn man abgeschnittene Wurzeln auf Reagenspapier drückt.

Die nach aufwärts gekehrten Schnittflächen wurden scharf beobachtet, die nämliche Schnittfläche vielfach stundenlang fast ununterbrochen in's Auge gefasst, die Ausscheidungen unausgesetzt mit dem Reagenspapier controlirt. Längere Fortsetzung der Beobachtungen ist unbedingt erforderlich.

2. Wie schon Sachs fand, enthält das embryonale Gewebe der Spitze alkalischen Saft. Dicht unter der äussersten Spitze markirt sich ein blauer Ring als Abdruck auf dem Reagenspapier, der gefässbildenden äusseren Region des centralen Bündels entsprechend. Schon nicht weit unter der äussersten Spitze ist die Saftentleerung aus dieser Region vielfach ausserordentlich kräftig und anhaltend[1]), so dass sich die Schnittfläche mit einer hohen, nach dem Abtrocknen sich immer wieder erneuernden Kuppe alkalischen Safts überdeckt. — Seltener lässt sich dies Verhalten hinsichtlich der Ausscheidung alkalischen Safts viele Millimeter weit abwärts von der Spitze verfolgen, meist tritt schon wenige Millimeter unter der Spitze eine Aenderung ein: am aufgedrückten Reagenspapier erhält man zwar auch hier noch wie weiter abwärts einen blauen Abdruck des gefässführenden Rings; tupft man aber den nach jedesmaligem Abtrocknen frisch aus der Gefässzone hervorsprudelnden Saft mit Reagenspapier ab, so erhält man stark saure Reaktion, und vielfach ist nach wenigen Sekunden die Schnittfläche mit einer starken Kuppe intensiv sauren Saftes bedeckt, die sich nach dem Abtrocknen

---

[1]) Diese reichlichen Saftentleerungen auf Durchschnitten dicht unter der Spitze müssen gewiss das Wachsthum der Wurzeln beeinträchtigen.

stundenlang fort immer wieder und zwar aus der Gefässzone, deutlich nicht aus den grossen Gefässen, erneuert. Interessant ist solche anhaltende Entleerung stark sauren Safts aus der Gefässzone auf Querschnitten, welche dicht am Ansatz der Knotenwurzeln geführt sind, so dass nur mehr ganz kurze, noch am Mutterstamm befindliche Stummel übrig bleiben, bei denen das Volumen des saftliefernden Gewebes sicher geringer ist als jenes des allmählig austretenden sauren Safts. Im Einzelnen zeigen sich verschiedene Modifikationen, namentlich ist bemerkenswerth, dass öfter der zunächst aus der Gefässzone ausquellende Saft alkalisch oder auch neutral ist, um dann in saure Reaktion überzugehen, oder es dringt zuerst saurer und dann alkalischer oder neutraler Saft hervor.

Der gefässführende Ring besteht aus Tracheen und englumigem Parenchym, welchem die Siebtheile in bekannter Anordnung eingelagert sind. Das Parenchym enthält sauren, das Phloem alkalischen Saft. Aus der Zusammenwirkung dieser Ausscheidungen ergeben sich die Complikationen in der Ausscheidung sauren und alkalischen Safts, wie sie ebenso bei den Saftentleerungen aus den Querschnitten der Gefässbündel der Maisstengel stattfinden.

3. Bei einigem Zuwarten treibt das Parenchym der Rinde und des Centrums, dessen Saft meist schon wenige Millimeter unter der Spitze stark sauer ist, Saft von meist intensiv saurer Reaktion mehr oder weniger reichlich, manchmal ausserordentlich reichlich und anhaltend, auf dem Querschnitt hervor. Oft geschieht diese Ausscheidung erst nach einem Stadium der Unthätigkeit, während dessen der Querschnitt trocken ist. Besonders an noch am Mutterstamm befindlichen, nicht zu langen Knotenwurzeln ist diese Ausscheidung sauren Safts sehr stark, hier beobachtet man auch selbst dann reichliche Entleerung, wenn die Wurzeln hart am Ansatz am Mutterstamm abgeschnitten sind. Das Gewebe der Gefässzone liefert, nachdem die schon erwähnte, anfängliche, reichliche Entleerung stark sauren Safts nach stundenlanger Dauer aufgehört hat, keinen sauren Saft mehr, vielmehr quillt aus ihm sehr reichlich und anhaltend klarer Saft von ziemlich neutraler Reaktion hervor, deutlich nicht aus den grossen Gefässen. Erneuert man an solchen, neutralen Saft treibenden Wurzeln die Schnittfläche durch Wegnahme eines möglichst dünnen Scheibchens, so sprudelt sofort wieder intensiv saurer Saft aus der Gefässzone, um nach Stunden wieder durch neutralen Saft, aus der nämlichen Zone ausgeschieden, ersetzt zu werden.

4. Bekanntlich äussert sich der Wurzeldruck der Maispflanze einmal darin, dass aus den Blättern, besonders an deren Spitzen, Tropfen wasserklaren Safts austreten, dann darin, dass auf Querschnitten des Stammes reichliche Saftmengen hervorquellen. Die Qualität dieser beiderlei Ausscheidungen ist aber erheblich verschieden: der Blattblutungssaft reagirt meist ziemlich neutral oder höchstens schwach

sauer (in Fällen, wo er stark sauer reagirt, liegen Verletzungen der Blätter oder abnorme Verhältnisse vor), während der Querschnittssaft immer intensiv sauer ist. Ebenso reagirt der auf Blattdurchschnitten erscheinende Saft. Der normalen Falls an der Oberfläche der Blätter erscheinende, ziemlich neutrale Saft entspricht der Hauptsache nach der Qualität des Safts, welcher von den thätigen Wurzelzellen in die Tracheen gepresst und in der Pflanze emporgehoben wird. Der auf Stammdurchschnitten bewurzelter Pflanzen hervorkommende Saft ist reicher an organischer Substanz und verdankt diese nicht direkt der Leistung der Wurzeln. Ebensolcher Saft entleert sich auch anhaltend und reichlich aus unbewurzelten Stammabschnitten, aus den Querschnitten der Gefässbündel. Diese Ausscheidungen unbewurzelter Stammstücke, besonders jüngerer, sind sehr erheblicher Art und genügen, um nach kurzer Zeit Ansammlung einer hohen Kuppe alkalischen und sauren Safts auf der Wundfläche hervorzurufen. Ein kolbentragender Achselspross, 12 *cm* unter der Kolbenbasis abgeschnitten, dann in Wasser getaucht und so angebracht, dass der Saft von der Schnittfläche in eine Messröhre abtropfen konnte, lieferte beispielsweise in 15 Stunden 5 *ccm* eines klaren, stark sauren Safts. Volum des Kolbens sammt 6 Lieschen 115 *ccm*. Auch Keimpflanzen, denen die Wurzel genommen, deren Stengel im ersten Internodium durchschnitten ist, entleeren auf dem Querschnitt reichliche Mengen intensiv sauren Safts.

Hieraus ergiebt sich, dass die Substanzen, welche den Blutungssaft der Querschnitte so stark sauer machen, mit der Leistung der Wurzeln an sich Nichts zu thun haben, demnach auch die Höhe, bis zu welcher der Saft in auf die Schnittfläche gesetzten Röhren steigt, keinen Anhaltspunkt für die Wurzelleistung im Gewebszusammenhange gewährt. Es ist höchst wahrscheinlich, dass die substanzreichen Säfte, welche aus den Stämmen verschiedener Monokotylen (Palmen, Agave) auf Wundflächen entleert werden, denselben Ursprung haben, wie die analogen Saftentleerungen der Maisstämme, und dass ihre Entleerung mit der Thätigkeit des Wurzelsystems, welches wohl ebenso ziemlich neutralen Saft von geringer Concentration liefert, blos insofern in Zusammenhang steht, als die Thätigkeit der Wurzeln die Entleerung befördert und in Gang hält. Es wird nothwendig werden, nach weiterer Klärung dieser Fragen die Verschiedenartigkeit der unter dem Namen „Blutung“ zusammen gefassten Erscheinungen auch in der Bezeichnungsweise zum Ausdruck zu bringen.

5. Die Tracheen der unverletzten Wurzel sind umgeben von Elementen, deren Saft in hoher Spannung steht. Gleichwohl tritt weder an die Oberfläche der Wurzel noch in die Tracheen saurer Saft in grösserer Quantität über. Wir müssen annehmen, dass die Zellen, welche die Tracheen zunächst umgeben, sich in ähnlicher Weise ver-

halten, wie jene, welche die Wundfläche begrenzend den weiteren Austritt sauren Safts aus den tiefer gelegenen Elementen an der Wundfläche verhindern. Wie der Umstand, dass Erneuerung der Schnittfläche unter Wegnahme einer äusserst dünnen Schichte genügt, um neuerdings stark sauren Saft hervorsprudeln zu lassen, ergiebt, vermag schon entsprechende Veränderung einer ganz dünnen Schichte dem sauren Saft den Austritt zu verwehren. Als Analogie aus dem thierischen Körper ist an die Regulirung der Filtrationsvorgänge durch die Qualität der Epithelien zu erinnern.

6. Da sich die Entleerung sauren Safts aus dem gefässführenden Ring nicht auf die jüngsten Partien der Wurzeln beschränkt, musste man erwarten, dass die Blutungsfähigkeit der Maispflanzen noch nicht zu Ende geht, wenn man die jüngeren Wurzelregionen abschneidet. Dass es nicht angeht, als Symptome dieser Thätigkeit die Saftergiessungen auf Stengeldurchschnitten zu beobachten, ergiebt sich aus dem hierüber bereits Gesagten, wohl aber lässt die Tropfenbildung an der Oberfläche der Blätter einen Schluss auf die Thätigkeit der Wurzeln zu, wobei aber, da nicht alles, was an der Oberfläche der Blätter an Saft erscheint, von der Thätigkeit der Wurzeln rührt, die Ausscheidungen mit dem Reagenspapier zu controliren sind. In zahlreichen Fällen wurde constatirt, dass Beseitigung von 5 *mm* der Wurzelspitze die Blutung aus den Blättern keinen Augenblick zum Stillstand bringt. Aber auch weitergehende Verstümmelungen z. B. Abschneiden der Spitze auf eine Länge von 40—50 *mm* brachte die Blutung nicht zum Erlöschen, wenn sie auch, offenbar infolge des Saftverlustes an der Wundfläche, vorübergehend nachliess. Natürlich kommt es nicht allein darauf an, wieviel von der Spitze abgeschnitten wird, sondern auch, wieviel von der Wurzel noch übrig bleibt, in welchem Alterszustand sich das bleibende Stück befindet, wie lang die Blätter sind, an deren Oberfläche der Saft erscheinen soll. Es wurde selbst dann noch Ausscheidung neutralen Safts an der Blattoberfläche beobachtet, wenn die Wurzel auch ganz entfernt und nur das erste Internodium vorhanden war.

19. G. Winter: Ueber die Gattung Corynelia.

Eingegangen am 14. März 1884.

In seinem Sylloge Fungorum Vol. II. p. 813 führt Saccardo unter den „Genera dubia vel a Pyrenomycetibus excludenda“ auch die Gattung *Corynelia* an. Da ich durch die Güte des Herrn Professor Mac Owan in Capetow sowohl von der häufigeren *Corynelia uberata* Fries, als auch von *Corynelia tripos* Cooke, die bisher wohl nur in wenigen Herbaren vorhanden sein dürfte, enorm reiches Material[1]) besitze, so bot sich mir willkommene Gelegenheit, den Bau der genannten Gattung zu untersuchen und ihr den gebührenden Platz im System anzuweisen. Die Untersuchung wurde dann auch auf die dritte mir bekannte Art: *Corynelia poculiformis* Kunze[2]) ausgedehnt, von der ich Originale (aus Surinam, legit Weigelt 1827) besitze. Doch zeigte sich sofort, dass diese Species in der That von *Corynelia* auszuschliessen ist, während die beiden anderen Arten *C. uberata* und *tripos*, trotz der sehr verschieden gestalteten Sporen, als unter einander nächst verwandt sich herausstellten und somit die beiden alleinigen bisher bekannten Vertreter der Gattung *Corynelia* sind.

Da meines Wissens ausser den wenigen und theilweise unrichtigen Angaben bei Fries[3]) (und den älteren Autoren) und bei Cooke[4]) Nichts über die Gattung bekannt ist, gestatte ich mir, den Bau derselben kurz zu schildern.

Bei *Corynelia tripos* — um diese, als die am wenigsten bekannte Art, zuerst zu besprechen — stehen die Perithecien in kleinen, ½ bis 1½ *mm* grossen, rundlichen Gruppen beisammen, die meist aus mehreren (4—12 und mehr), mitunter aber auch nur aus 2 Perithecien bestehen. Sehr häufig sind diese Gruppen zu langen Reihen angeordnet und fliessen dann gewöhnlich zusammen; diese Reihen erreichen zuweilen eine Länge von 15 — 20 *mm*; meist aber sind sie kürzer und dann finden sich nicht selten 4, 6, 8 und mehr einzelner kurzer Reihen über die ganze Blattfläche vertheilt. Während in den rundlichen Gruppen die Perithecien nach allen Seiten hin gerichtet sind, erscheinen sie in den Reihen allermeist (wenigstens in der Jugend) so orientirt, dass ihre langen Hälse regelmässig nach rechts und links von der Längsachse der Reihe abstehen, wodurch der Habitus des Pilzes ein äusserst zierlicher wird. Die Perithecien einer Gruppe sind mit ihren Basen zu einem polsterförmigen Stroma verschmolzen, das pseudoparenchymatische Structur zeigt und dessen Zellen ziemlich gross und breit, mit verhältnissmässig dünnen, schwarzbraunen Wänden versehen sind. Diese Stromata brechen aus dem Gewebe der Blätter und grünen Zweigtheile hervor, die sehr dicke Cuticula derselben zerreissend.

---

[1]) Beide Arten werden in der 31. Centurie meiner „Fungi europaei et extraeuropaei exsiccati“ ausgegeben werden.

[2]) Die Synonymie dieser Art ist folgende: *Corynelia poculiformis* Kunze in Weigelt, Exsicc. — *Hypoxylon poculiforme* Montagne in Ann. sc. nat. II. XIII p. 354. — *Sphaeria poculiformis* Lév. in Ann. sc. nat. III. V. p. 257. — *Leveillea poculiformis* Fries, Summa veg. Sc. p. 409. — *Phylacia poculiformis* Montagne in Ann. sc. nat. IV. III. p. 135.

[3]) Observ. mycol. II. p. 343 und Systema myc. II. p. 535.

[4]) Grevillea. VIII. p. 34 und X. p. 146.

Die Perithecien selbst zeigen den Bau normaler Sphaeriaceen-Perithecien: *Corynelia* ist in der That ein ganz typischer Pyrenomycet. Sie sind exact flaschenförmig, mit rundlich-elliptischem Bauchtheil und langem, cylindrischen Halse, dessen Scheitel zunächst stumpf abgerundet und rings um den sehr deutlichen grossen Porus genabelt ist. Das Gewebe am Grunde des Peritheciums ist in keiner Weise von dem des Stromas verschieden; beide gehen ganz unmerklich in einander über; hingegen werden die Zellen des ersteren sowohl nach innen, als nach oben zu kleiner, sind dünnerwandig und lichter gefärbt, während sie im Hals, besonders an dessen Peripherie und in der Umgebung des Ostiolums lang gestreckt und eng sind (vergl. Fig. 1 des Holzschnittes auf Seite 123). Bei der Reife der Sporen wird der den Hals des Peritheciums durchsetzende Canal am Ende sehr erweitert und trichterförmig; diese Oeffnung ist dann mit reichlichen Sporenmassen vollgepfropft, die oft zusammenhängende Klumpen bilden und als knopfartige Verdickung des Halsendes erscheinen.

Der Innenraum der Perithecien ist ausgefüllt von den Schläuchen, die aus einem polsterförmigen, ziemlich stark entwickelten, subhymenialen Gewebe entspringen; sie sind sehr lang gestielt, etwas eiförmig, übrigens oft unregelmässig, und enthalten 8 Sporen, die ordnungslos zusammengeballt, fast den ganzen Schlauch erfüllen (Fig. 2).

Die Form der Sporen ist eine höchst eigenthümliche: sie sind zusammengesetzt aus einem rundlichen Mittelstück und 4 (selten 5) etwa kegelförmigen Theilen, die mit ihren breiten Grundtheilen jenen aufsitzen, während ihre Enden nach 4 Richtungen hin abstehen (Fig. 3). In der Jugend hellbraun, bei voller Reife schwarzbraun gefärbt, sind sie alsdann so undurchsichtig, dass es nicht möglich war, zu constatiren, ob sie einzellig bleiben, oder ob etwa, wie es mitunter den Anschein hat, die 4 abstehenden Spitzen von dem centralen Stück durch Querwände abgegliedert werden.

Wie bemerkt, ist *Corynelia uberata* der eben geschilderten Art ausserordentlich ähnlich, sodass ein wesentlicher Unterschied zwischen beiden Arten nur in der Form der Sporen gegeben ist, einer von den zahlreichen Fällen, welche beweisen, dass bei den Pyrenomyceten einerseits nahe verwandte Arten sehr verschiedene Sporen haben können, während andererseits ein und dieselbe Sporenform Arten aus sehr verschiedenen Familien zukommen kann.

Bei *Corynelia uberata* sind die Perithecien meist in grösserer Zahl (bis zu 30) zu rundlichen Gruppen vereinigt, die meist zerstreut, seltener zu 2 oder mehr beisammen stehen, jedoch nie solche Reihen bilden, wie bei der anderen Art. In Form und Bau der Perithecien, ebenso in der Form der Asci sind wesentliche Unterschiede zwischen beiden Arten nicht vorhanden. Die Sporen aber sind bei *C. uberata* im Umriss rundlich, schwach kantig, ohne alle Vorragungen, einzellig, mit glatter, derber, bei der Reife schwarzbrauner Membran, durch die ein centraler Nucleus (Oeltropfen?) nur undeutlich durchschimmert. Sie liegen meist ordnungslos zusammengeballt im Ascus, den sie nicht vollständig ausfüllen, finden sich auch bei dieser Art massenhaft im Halskanal, bilden jedoch nicht solche knopfförmige Ansammlungen in dem endlich trichterförmig erweiterten Ende des Halses, wie dies bei *C. tripos* der Fall ist, vermuthlich, weil sie ihrer Form wegen weniger fest zusammenhaften, somit leichter verbreitet werden können.

Es erübrigt noch, zu bemerken, dass bei beiden Arten Spermogonien vorkommen, die entweder vereinzelt zwischen den Perithecien sich finden, oder selbstständige Gruppen bilden, die bei *C. tripos* länglich, reihenförmig, bei *C. uberata* rundlich sind. Die Spermogonien sind eiförmige, oft etwas unregelmässige Behälter, im Bau den Perithecien gleich, jedoch ohne Schnabel. Ihr Innenraum ist ausgekleidet von einer dichten Schicht einfacher oder (meist) verzweigter Sterigmen, die aus oblongen Zellen bestehen, die durch ziemlich tief gehende Einschnürungen von einander geschieden sind (Fig. 7). Die Spermatien sind oblong, spindelförmig, hyalin, einzellig (Fig. 8).

Ich gebe zum Schluss kurze Diagnosen der beiden Arten:

Corynelia uberata Fries (l. c) Syn.: Mucor clavatus Lin., Spec. plant. Suppl. p. 453. — Sphaeria turbinata Pers., Synops. p. 95.

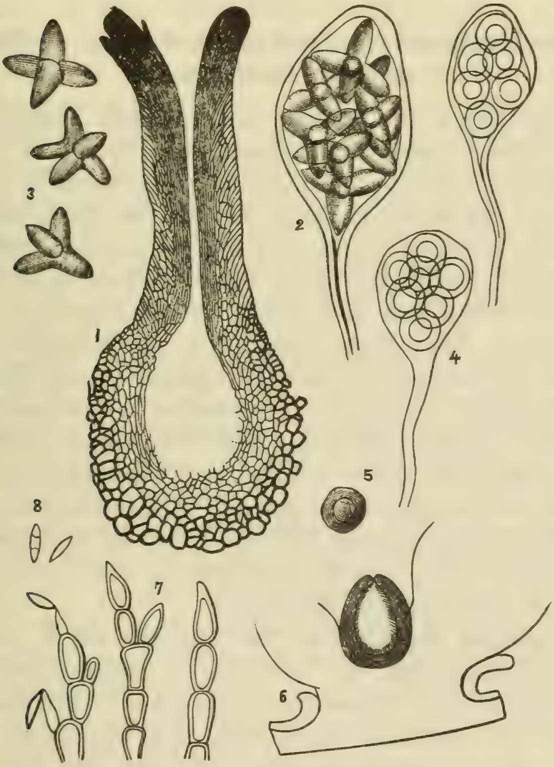
Perithecia lagenaeformia, coriacea, atra, nitida, cum collo elongato, cylindrico, poro pertuso, demum apice dilatato praedita, acervulos rotundatos, plerumque sparsos, rarius subgregarios, ca. 1—3 *mm* latos formantia, basi stromate pulvinato, errumpente insidentia. Asci ovati, longissime pedicellati, 8spori, 36—44 μ longi, 20—26 μ lati (pars sporif.); sporae conglobatae, globosae, perparum angulatae, fusco-atrae, laeves, continuae, 10—11 μ diam. Spermatia oblongo-fusiformia, continua, hyalina, 6—7 μ longa, 2 μ crassa.

Ad Podocarpi Thunbergii Hook. folia, ramulos, fructusque.

Corynelia tripos Cooke in Grevillea VIII. p. 34. Perithecia ut in *C. uberata*, sed rarius acervulos rotundatos, plerumque imo series

elongatos (usque 20 *mm* longos), lineares formantia. Sporae 4- (rarissime 5-) radiatae, i. e. e 4 (s. 5) processibus conicis, cum basibus suis coalitis constantes, 21—23 μ diam. Asci (sine pedicello) 50—70 μ longi, 26—35 μ lati. Spermatia 4,5 μ longa, 1,5—2 μ crassa.

Ad Podocarpi elongatae L'Herit. folia viva.



Erklärung der Abbildungen.

Corynelia tripos Cooke.

Fig 1. Medianer Längsschnitt eines reifen Peritheciums, etwas schematisch (100).
„ 2. Ascus mit halbreifen Sporen (500).
„ 3. Drei Sporen in verschiedenen Lagen (500).

Corynelia uberata Fr.

Fig. 4. Zwei Asci mit halbreifen Sporen (500).
„ 5. Reife Spore (500).
„ 6. Ein Spermogonium zwischen zwei jungen (nur angedeutet) Perithecien (90).
„ 7. Sterigmen (600).
„ 8. Spermatien (600).

20. A. Zimmermann: Molecular-physikalische Untersuchungen. (II.)

Eingegangen am 17. März 1884.

2. Ueber den Zusammenhang zwischen der Richtung der Tüpfel und der optischen Elasticitätsaxen.

Es ist eine schon seit längerer Zeit bekannte Thatsache, dass bei getüpfelten Zellmembranen die Richtung der Tüpfel mit einer Axe des optisch wirksamen Elasticitätsellipsoids zusammenfällt. Es gilt dies namentlich von den spaltenförmigen Tüpfeln der Bastzellen, die meist in linksschiefen Spiralen angeordnet sind. Eine noch offene Frage ist es hingegen, ob die Längsrichtung dieser spaltenförmigen Tüpfel stets mit einer bestimmten Axe jenes Ellipsoids zusammenfällt. Da mir nun die Entscheidung dieser Frage namentlich mit Rücksicht auf die Annahme derer, die, wie von Höhnel[1]), Doppelbrechung, Quellung, Streifung und Richtung der Tüpfel auf dieselben molecularen Spannungen zurückzuführen suchen, von einiger Bedeutung schien, habe ich eine beträchtliche Anzahl von Zellen aus den verschiedensten Gewebesystemen und von den verschiedensten Pflanzen in dieser Hinsicht geprüft. Die Resultate dieser Untersuchung, die, wie ich gleich jetzt bemerken will, der von Höhnel'schen Annahme vollständig entsprechen, bilden den Gegenstand der vorliegenden Mittheilung.

Es ist zunächst einleuchtend, dass die eine der 3 Axen des optischen Elasticitätsellipsoids, die wie Naegeli nachgewiesen, stets radial gerichtet ist, hier nicht in Betracht kommen kann. Die beiden anderen Axen können aber entweder longitudinal und transversal oder in zwei mehr oder weniger geneigten Spiralen verlaufen. Die Richtung sowohl wie das Verhältniss derselben zu einander liefert uns nun die Flächenansicht der betreffenden Membran. Wir brauchen, um Beides au finden, nur einen Längsschnitt, der allerdings hinreichend dünn sein muss, über einem Gypsplättchen, das sich in Diagonalstellung befindet, unter dem Polarisationsmikroskope um eine verticale Axe zu drehen. Haben wir die Lage ermittelt, in der die Flächenansicht die höchste Additionsfarbe giebt, so laufen bekanntlich die Elasticitätsaxen des Gypsplättchens und der Zellmembran nicht nur parallel, sondern es liegt dann auch die grössere Axe über der grösseren, die kleinere über der kleineren. Haben wir nun vorher etwa durch einen Gelatinestreifen, Glasfaden

---

1) Botanische Zeitung 1882, Nr. 36 u. 37.

oder dergl. die Elasticitätsaxen im Gypsplättchen ermittelt, so können wir auch angeben, in welcher Richtung die Elasticitätsaxen in der betreffenden Membran verlaufen und welche von beiden die grössere ist.

Da nun bekanntlich bei nicht cuticularisirten Membranen die radiale Axe im Allgemeinen die kleinste ist, so würde auf diese Weise das ganze wirksame Ellipsoid bestimmt sein. Ich habe jedoch die radiale Axe, da dieselbe für unsere Frage nicht in Betracht kommt, nicht mit ins Bereich meiner Untersuchung gezogen und weiss daher nicht, ob obiges Verhalten in allen untersuchten Fällen zutrifft.

Vergleichen wir nun das optische Verhalten der untersuchten Membranen wiederum mit dem von gezogenen Gelatinestreifen oder dergl., so können wir die gewonnenen Resultate in den Satz zusammenfassen: Alle untersuchten Zellmembranen, die irgendwie gestreckte Tüpfel besitzen, zeigen eine solche optische Reaction, als wenn sie in der Richtung, in die der grössere Durchmesser derselben fällt, gedehnt wären. Da nun die Zellen in der Radialrichtung im Allgemeinen wie comprimirtes Glas oder dergl. reagiren, so muss die senkrecht auf der Richtung der Tüpfel stehende Axe zwischen beiden in der Mitte liegen.

Im Folgenden sollen nun alle untersuchten Fälle der Reihe nach besprochen werden. Ich beginne mit den leiterförmig und netzförmig verdickten Tracheen und Tracheiden. Dieselben besassen in allen Fällen quergestellte oder ganz wenig geneigte Tüpfel, deren Querdurchmesser aber in allen Fällen der grössere war. Wurde nun eine solche Membran unter das Polarisations-Mikroskop gebracht und so gedreht, dass die Richtung der Tüpfel mit der Zugrichtung[1]) zusammenfiel, so zeigte sich in allen Fällen die höchste Additionsfarbe, während dann, wenn die Längsrichtung der Zellen in diese Richtung gebracht wurde, Subtractionsfarben erschienen. Es reagirten also diese Zellen, der Richtung der Tüpfel entsprechend, wie ein in der Querrichtung gedehnter Cylinder. Untersucht wurden die Tracheen und Tracheiden folgender Pflanzen, die vollständig übereinstimmende Resultate lieferten.

Pteris cretica (Wedelstiel); *Selaginella laegivata* und *Lycopodium clavatum* (Stengel); *Macrostigma tupistrades* und *Phormium tenax* (Batt); *Chamaerops humilis* und *Primula sinensis* (Blattstiel); *Sacharum officinarum*, *Calamus Rotang*, *Nerium Oleander*, *Viscum album*, *Vinca minor*, *Rhipsalis rhombea*, *Euphorbia Paralias*, *Clematis vitalba*, *Quercus* und *Platanus* (Stengel); *Cucurbita Pepo* und *Asclepias cornuti* (Wurzel); *Monstera pertusa* (Luftwurzel).

Gehen wir nun zu den Ring- und Spiral-Gefässen über: Auch sie gaben die höchste Additionsfarbe, wenn die Verdickungsleisten der Zugrichtung parallel liefen. Untersucht wurden:

---

1) Diese Berichte. Bd. I, p. 536.

Nerium Oleander, *Viscum album*, *Vinca minor*, *Gunnera scabra*, *Tulipa spec.* und *Elaeagnus pungens* (Stengel); *Sacharum officinarum*, *Phormium tenax* und *Chamaerops humilis* (Blatt); *Monstera pertusa* (Luftwurzel).

Interessant sind in dieser Beziehung noch die Tracheiden von *Taxus baccata.* Hier verlaufen bekanntlich die Poren in einer weit steileren Richtung als die Verdickungsbänder. Die optische Reation entspricht hier der Richtung der Tüpfel; ob jedoch die Verdickungsleisten, die übrigens erst nach Ausbildung der Tüpfel gebildet werden[1]), für sich eine abweichende Reaction zeigen, vermochte ich nicht mit aller Sicherheit zu entscheiden, doch schien mir dies der Fall zu sein.

Im Anschluss hieran mögen noch die Tracheiden aus der Wurzelhülle von *Oncidium spacellatum* und *Aerides odorata* erwähnt werden. Dieselben besitzen bekanntlich unregelmässige spiralige Verdickungen. Sie reagiren in der Weise, als ob sie in der Längsrichtung dieser Verdickungen gezogen wären. Ebenso reagiren die mit spiraligen Verdickungen versehenen Parenchymzellen in der Wurzelrinde von *Podocarpus salicifolius.*

Ich gehe nun zu dem mechanischen Systeme über. Was zunächst die Bast- und Libriformzellen anbetrifft, so ist es hier meist nicht leicht die Sachlage festzustellen, denn es ist bei diesen in allen Fällen nöthig, eine isolirte Membran zu erhalten, denn ebensowohl etwa noch anhaftende Theile der anliegenden Zellen, als auch die andere Hälfte derselben Zelle würde bei dem schiefen Verlauf der Micellarreihen die optische Reaction beeinträchtigen. Namentlich an den Enden der Schnitte gelang es jedoch häufig kleine Stücke zu erhalten, die vollkommen den gemachten Anforderungen entsprachen: bei denen also einerseits entweder die obere oder die untere Zellhälfte weggeschnitten war und auch andererseits Kreuzung der Poren, wie sie durch anliegende Membranen bewirkt wird, nicht beobachtet wurde.

Wurden nun bei solchen Schnitten die Poren in die Zugrichtung gebracht, so zeigte die Flächenansicht der Membran stets die höchste Additionsfarbe. Es findet also auch hier Uebereinstimmung mit obigem Satze statt.

Untersucht wurden: *Macrostigma tupistrades* (Blatt); *Chamaerops humilis* (Blattstiel); *Dracaena reflexa*, *Rhipsalis rhombea*, *Chenopodium ambrosioides*, *Viscum album*, *Quercus* und *Vinca minor* (Stengel).

Von grösserem Interesse schien jedoch die Untersuchung des Collenchyms, weil hier[2]) sowohl longitudinal als auch transversal gestellte Poren vorkommen: Es zeigte sich, dass in vollkommener Uebereenstimmung mit der Richtung der Poren sich auch die optische Reaction änderte.

---

[1]) cf. Strasburger, Bau und Wachsthum der Zellhäute. p. 63.

[2]) cf. Ambronn, Pringsh. Jahrb. Bd. XII, p. 513.

Deutlich longitudinal gestreckte Poren besitzt z. B. das Collenchym des Stengels von *Tradescantia zebrina*; dem entsprechend giebt die Flächenansicht die höchste Additionsfarbe, wenn die Längsrichtung der Zellen der Zugrichtung des Polarisationsmikroskops parallel läuft. Ein gleiches optisches Verhalten zeigte das Collenchym von *Salvia splendens*. Umgekehrt verhält sich jedoch das Collenchym von *Nerium Oleander*, das ovale transversal gestellte Tüpfel besitzt. Sehr niedrig waren hingegen die Farben, welche das Collenchym von *Peperomia incana* zeigte; doch schien dieselbe auf eine schwache transversale Dehnung hinzuweisen. Die sehr kleinen Tüpfel erschienen in der That auch bei homogener Immersion meist genau kreisförmig, zuweilen ganz wenig quer oval.

Von den Gefässkryptogamen wurden bei *Lycopodium clavatum* und *Equisetum palustre* die mechanischen Zellen untersucht: Während nun die Stereiden von *Lycopodium* transversal gestellte Tüpfel besitzen und dem entsprechende optische Reaction, zeigen die von *Equisetum* spaltenförmige und in der Längsrichtung gestreckte Tüpfel. Bei letzteren ist das optische Verhalten dasselbe wie bei dem Collenchym von *Tradescantia*.

An dritter Stelle erwähne ich noch eine Anzahl parenchymatischer Zellen, die zumeist dem Reservestoff-speichernden Systeme angehören.

Was zunächst die Holzparenchymzellen anbetrifft, so wurde auf ihr optisches Verhalten das Holz von *Platanus orientalis*, *Clematis vitalba* und *Quassia amara* untersucht. Bei allen waren die Poren oval und quergestellt; dem entsprechend gaben die Zellen, wenn die Längsrichtung denselben mit der Zugrichtung des Polarisationsmikroskops zusammenfiel, Substractions-Farben.

Ebenso verhielt sich sowohl bezüglich der Gestalt der Poren wie der optischen Reaction das Markparenchym von *Elaeagnus pungens*.

Auch das Grundgewebe im Stengel von *Dracaena reflexa* und *Sacharum officinarum*, sowie in den Luftwurzeln von *Monstera pertusa* und *Aerides odorata* besitzt ovale, quergestellte oder schwach geneigte Poren und dem entsprechendes optisches Verhalten.

Die Poren, welche sich in grosser Anzahl auf den Radialwänden der Gefässbündelscheiden in den Nadeln von *Pinus silvestris* finden, sind gleichfalls meist deutlich queroval und es zeigte auch eine solche Membran in der That die höchste Additionsfarbe, wenn die Längsrichtung der Zellen auf der Zugrichtung des Polarisationsmikroskops senkrecht stand.

Meist etwas schief geneigt sind jedoch die grossen Poren, welche sich an den dickwandigen Zellen des Querparenchyms im Blatte von *Cycas revoluta* finden. Die Untersuchungen unter dem Polarisationsmikroskope ergab auch hier eine vollständige Uebereinstimmung mit dem aufgestellten Satze.

Von den Zellen des Hautgewebes habe ich nur das Hypoderm des Blattes von *Phormium tenax* untersucht; dieses besitzt auf den Radialwänden grosse quergestellte Poren. Das optische Verhalten war dasselbe wie bei den oben erwähnten parenchymatischen Elementen mit gleicher Richtung der Tüpfel.

Was nun endlich die hygroscopischen Objecte anbetrifft, deren optisches Verhalten in der ersten Mittheilung ausführlich beschrieben wurde, so stimmt dies gleichfalls vollständig mit dem obigen Satze überein. Am einfachsten lässt sich dies an den Grannen von *Geranium sanguineum* erkennen, wo wir sahen [1]), dass die Zellen mit quergestellten Tüpfeln, die in der Längsrichtung am stärksten quellungsfähig sind, in der Querrichtung expandirt erscheinen, während die Zellen mit longitudinal oder schief gestellten Tüpfel sich optisch so verhalten, als wenn sie in der Längsrichtung der Poren gezogen wären.

In gleicher Weise verhalten sich nun auch die mechanischen Zellen, die sich im Säulchen der Grannen von *Avena sterilis* befinden. Die Tüpfel derselben verlaufen bekanntlich nur bei den äusseren Zellen in linksschiefen Spiralen, bei den inneren hingegen in schiefen Ringen, deren Anordnung in der ganzen Granne eine solche ist, dass sie zusammen eine linksschiefe Spirale bilden. [2])

Die ersteren Zellen, die durch Austrocknen und starke Quellung eine Torsion erleiden, zeigen dieselbe Reaction wie Bastzellen: sie erscheinen gedehnt in der Richtung der Poren.

Von besonderem Interesse erscheinen mir aber die Zellen mit den Micellarringen. Bei diesen war schon früher [3]) die Vermuthung ausgesprochen, dass dieselben bei der Torsion der ganzen Grannen mit wirksam sein möchten. Es wurde dabei die Voraussetzung gemacht, dass die Quellungsfähigkeit in der Richtung senkrecht zum Verlauf der Tüpfel die stärkere wäre. Jetzt wo wir die Beziehungen zwischen Quellung, Doppelbrechung und Richtung der Tüpfel kennen, gewinnt die nur als Hypothese ausgesprochene Annahme bedeutend an Wahrscheinlichkeit. Denn in der That reagiren diese Zellen in der Weise, als wenn sie in der Richtung der Tüpfel gezogen wären und geben die höchste Additionsfarbe, wenn die Richtung derselben die Zugrichtung des Polarisationsmikroskops parallel läuft. Es lässt sich dies Verhalten sowohl an Schnitten wie auch an isolirten Zellen, die so liegen, dass die Tüpfel der ab- und zugekehrten Wand parallel laufen, leicht constatiren.

---

1) Diese Berichte. Bd. I, p. 535 f.

2) cf. Pringsh. Jahrb. Bd. XII, p. 546.

3) l. c. p. 548—550.

Werfen wir noch einen Rückblick auf die gewonnenen Resultate, so lassen sich dieselben, wie schon anfangs bemerkt wurde, in den Satz zusammenfassen, dass alle mit Tüpfeln versehenen Zellmembranen eine solche optische Reaction geben, als wenn sie in der Richtung, in die der grössere Durchmesser der Tüpfel fällt, gezogen wären.

Schliessen wir uns denjenigen an, die die doppelbrechenden Eigenschaften der Zellmembranen auf Spannungen zurückführen, so hat die constatirte Thatsache nichts Auffallendes; vielmehr scheint dieselbe auf den ersten Blick einen schönen Beweis für die Richtigkeit ihrer Ansicht zu liefern. Es scheint mir jedoch, dass die letzte Schlussfolgerung zu voreilig sein würde, denn es wäre ja doch ebenso gut möglich, dass die constatirte Beziehung in den zwischen den Micellen wirkenden Molecularkräften ihren Grund hat.

Berlin, botanisches Institut der
landwirthschaftl. Hochschule.

21. L. Kny: Die Beziehungen des Lichtes zur Zelltheilung bei Saccharomyces cerevisiae.

Eingegangen am 18. März 1884.

Zellwachsthum und Zelltheilung sind Vorgänge, welche, wie bekannt, bei der Gewebebildung der höheren Pflanzen meist Hand in Hand gehen, aber nicht nothwendig mit einander verbunden sind. Zahlreiche Beispiele gibt es dafür, dass ein sehr ausgiebiges Wachsthum ohne Fächerung durch Scheidewände erfolgen kann (Thallus vieler Phycomyceten und der meisten Siphoneen, Milchzellen der *Euphorbien*). Dass auch das Gegentheil, nämlich Theilung des Plasmakörpers ohne nachweisbare Vergrösserung der Mutterzelle vorkommt, zeigt die Entwickelung der Stammglieder vieler Sphacelariaceen und die Schwärmsporenbildung gewisser Algen und Pilze.

Bei der Unabhängigkeit, in welcher die Processe des Zellwachsthums und der Zelltheilung nebeneinander verlaufen, steht von vornherein zu erwarten, dass äussere Agentien, wie Licht, Wärme, Schwerkraft etc. nicht den gleichen Einfluss auf beide ausüben werden. Diese Voraussetzung findet in der Thatsache eine Unterstützung, dass bei dem abnormen Längenwachsthum vergeilender Sprosse und bei den mit heliotropischen und geotropischen Krümmungen verbundenen Ungleichheiten der Längsstreckung das Wachsthum der Zellen und ihre Querfächerung der Regel nach nicht gleichen Schritt halten.

Genauere experimentelle Untersuchungen über die Beziehungen einzelner Kräfte zum Wachsthum und zur Theilung der Zellen liegen zur Zeit erst in sehr geringer Zahl vor.

Was im Besonderen das Licht betrifft, so hatte Brefeld[1]) gezeigt, dass der einzellige Fruchtträger von *Pilobolus microsporus* im Dunkeln sich auffallend verlängert und dass seine normale Ausbildung und die Abtrennung des Sporangiums an die stärker brechbaren Strahlen des Spectrums gebunden ist. Bald darauf wurde von Sydney H. Vines[2]) die retardirende Wirkung des Lichtes beim Wachsthum des Fruchtträgers eines nahe verwandten Pilzes, des *Mucor Phycomyces*, bestätigt und durch Messungen genauer bestimmt. Auch er gibt an, dass die durch Kupferoxydammoniak gegangenen Strahlen wirksam, die durch eine Lösung von doppelt-chromsaurem Kali gegangenen dagegen unwirksam seien.

Für Beurtheilung der Abhängigkeit, welche die Zelltheilung vom Lichte zeigt, war zunächst die Entdeckung von A. Braun[3]) von Wichtigkeit, dass bei grünen Algen, wie *Spirogyra, Hydrodictyon* etc., sowohl vegetative als reproductive Zellbildungsprocesse im Verlaufe der normalen Entwicklung zur Nachtzeit stattfinden. Später hob Sachs wiederholt hervor, dass bei höheren Pflanzen lebhafte, mit Neuanlegung von Organen und deren Wachsthum verbundene Zelltheilungen in tiefster Dunkelheit stattfinden, dass in anderen Fällen ähnliche Vorgänge sich aber unter dem Einflusse des Lichtes, selbst intensiveren Lichtes vollziehen. Er zieht hieraus den Schluss: „Vorausgesetzt, dass assimilirte Reservestoffe vorhanden sind, können Zelltheilungen also im Lichte, wie in Finsterniss stattfinden; ob es vielleicht specifisch eigenthümliche Fälle giebt, wo das Licht die Zelltheilung hindert oder befördert, ist nicht sicher bekannt.“[4])

---

[1]) Ueber die Bedeutung des Lichtes für die Entwickelung der Pilze (Sitz.-Ber. der Gesellsch. naturf. Freunde zu Berlin, 1877, p. 129; auch abgedruckt in der Bot. Zeitung, 1877, p. 402).

[2]) The Influence of Light upon the Growth of unicellular Organs (Arbeiten des botan. Institutes in Würzburg. II., 1., 1878, p. 133 ff.).

[3]) Verjüngung (1851), p. 237 ff.

[4]) Sachs, Lehrbuch der Botanik, IV. Aufl. (1874) p. 724. Vergl. auch frühere Arbeiten desselben Forschers, insbesondere „Ueber den Einfluss des Tageslichtes auf Neubildung und Entfaltung verschiedener Pflanzenorgane“ (Bot. Zeitung, 1863, Beilage) und Experimental-Physiologie d. Pflanzen (1865), p. 31.

Auf experimentellem Wege wurde die Frage zuerst von Famintzin[1] behandelt. Er stellte seine Versuche mit den Fäden einer *Spirogyra* an. Da dieselben reichlich Chlorophyll enthalten, sich also die Stoffe für den Aufbau neuer Membranen unter Mitwirkung des Lichtes selbst bereiten, so stand zu erwarten, dass das Licht die Zelltheilungen hier indirect beeinflussen und zwar begünstigen werde. Dass dem wirklich so ist, ergibt sich klar aus den Zahlenangaben auf S. 3—4 der ersten Abhandlung. Weniger unzweideutig sind die Resultate jener Versuche, welche sich auf die directe Abhängigkeit der Zelltheilung vom Lichte beziehen. Ich finde deren in der ersten Abhandlung im Ganzen nur zwei. Der erste und wichtigste dieser Versuche lautet folgendermaassen:[2] „Am 27. Februar um 7 Uhr Abends wurde ein am Tageslichte cultivirter Faden, an dem ich die Periodicität der Zelltheilung schon längere Zeit beobachtet habe, in 2 Theile zerschnitten. Das eine aus 65 Zellen bestehende Stück wurde sogleich unter das concentrirte Lampenlicht gebracht und bis zum anderen Morgen beleuchtet; um 7 Uhr Morgens enthielt es 105 Zellen. Das andere, aus 64 Zellen bestehende Stück desselben Fadens wurde im Dunkeln während dieser Zeit aufbewahrt. Um 7 Uhr Morgens wurden an ihm 101 Zellen wahrgenommen.“[3]

Hier hatte, wie Famintzin hinzufügt „das Licht die Zelltheilungen nicht im Mindesten aufgehalten“; es hatte dieselben aber auch nicht in erheblicher Weise begünstigt.

Der zweite Versuch (No. 3 auf S. 25) ist mit Fäden angestellt, welche vorher mehrere Tage unter abnormen Verhältnissen cultivirt waren. Aus ihm würde sich eine directe Begünstigung der Zelltheilungen durch das Licht ergeben. Dasselbe würde aus dem, über mehrere Tage sich ausdehnenden Versuche der zweiten Abhandlung (S. 137—143) hervorgehen. Die Stärke, mit welcher die Zellen durch 48stündiges Verweilen unter dem vollen Lampenlichte überfüllt waren, wurde in sehr verschiedener Weise verbraucht, je nachdem die Fäden weiterhin im Lichte oder im Dunkeln verweilten. Während im ersteren Falle eine grössere Zahl von Querwänden gebildet wurde, die Zellen aber kurz blieben, wurde die Stärke im Dunkeln vorzugsweise für das Längenwachsthum der Seitenwände verbraucht, und es entstanden dabei nun weniger Querwände.[4]

---

[1] Die Wirkung des Lichtes auf die Zelltheilung der *Spirogyra* (Mélanges physiques et chimiques tirés du bulletin de l'Acad. impér. des sc. de St. Pétersbourg, $\frac{\text{30. April}}{\text{12. Mai}}$ 1868) und die Wirkung des Lichtes auf die Zelltheilung (Mélanges biologiques etc., 13./25. März 1873.

[2] l. c., p. 24.

[3] Bei diesen und anderen Versuchen vermisse ich Angaben darüber, ob die Temperatur bei den im Lichte und im Dunkeln befindlichen Fäden die gleiche war.

[4] Siehe die Zusammenstellung des Resultates auf S. 144 der zweiten Abhandlung

So werthvoll die Famintzin'schen Versuche als die ersten ihrer Art sind, und so sehr sie es wahrscheinlich machen, dass bei *Spirogyra* ausser der indirecten Einwirkung vom Lichte noch ein directer specifischer Einfluss auf die Zelltheilung geübt wird,[1]) so kann durch sie die Frage, wie in diesem Einzelfalle das Licht den Zelltheilungen gegenüber sich verhält, nicht als entschieden gelten. Selbst, wenn man individuelle Schwankungen in Rechnung zieht, zeigt das Resultat des ersten der drei für unsere Frage verwerthbaren Versuche mit dem der anderen beiden zu wenig Uebereinstimmung. Dann ist aber *Spirogyra* wegen der durch den periodischen Wechsel von Tag und Nacht inducirten und von Famintzin durch sorgfältige Zählungen bestätigten Periodicität in der Zelltheilung überhaupt kein günstiges Object, um die Frage nach den Beziehungen des Lichtes zur Zelltheilung in erster Linie durch den Versuch in Angriff zu nehmen; denn selbst, wenn wir feststellen, dass von zwei Hälften eines am Tageslichte mit Stärke erfüllten Fadens die eine zur Nachtzeit im Dunkeln ihre Zellenzahl in nahezu gleichem Maasse vermehrt, wie die andere bei künstlicher Beleuchtung, so bleibt immer noch der Zweifel bestehen, ob nicht die dem Faden eigene, in beiden Hälften gleichmässig wirksame Periodicität der Zelltheilung einen etwaigen directen Einfluss des Lichtes so stark überwiegt, dass letzterer für die Beobachtung fast ganz verdeckt wird.

Diese Erwägung bestimmte mich, nach einem für die Entscheidung der Frage geeigneteren Objecte Umschau zu halten. Ich glaube, dasselbe in der Bierhefe (*Saccharomyces cerevisiae*) gefunden zu haben. Als saprophytischer Pilz ist dieselbe in der Herstellung der Baustoffe nicht an die Mitwirkung des Lichtes gebunden; es fehlte somit die Veranlassung, dass sich hier ebenso, wie bei den *Spirogyra*-Fäden, eine Beschränkung der Zelltheilungen auf die Nachtstunden herausbildete. In der That finden dieselben, wie man sich leicht überzeugen kann, bei genügender Zufuhr von Nährstoffen jederzeit lebhaft statt.

Vor anderen saprophytischen Pilzen empfehlen sich die Hefe-Arten für unsere Untersuchung durch den grossen practischen Vorzug, dass ihre Zellen bei ihrer kugeligen oder ovalen Gestalt sich auch äusserlich scharf gegen einander abgrenzen. Ihre Zählung wird hierdurch in hohem Maasse erleichtert. Zwar ist es unvermeidlich, auch diejenigen kleinsten Protuberanzen, welche noch nicht als Zellen individualisirt sind, als solche zu zählen, da man sich nicht in jedem einzelnen Falle Sicherheit darüber verschaffen kann, ob die Scheidewand schon fertig gebildet ist; doch ist der sich hieraus ergebende Fehler dann

---

1) Vergl. mit unserer Beurtheilung der Famintzin'schen Untersuchung die Kritiken von Sachs, Lehrb. d. Bot., III. Aufl., p. 669 (IV. Aufl., p. 733) und H. de Vries in Just's Botan. Jahresber., 1873, p. 263.

bedeutungslos, wenn, wie in unseren Versuchen, die beiden mit einander verglichenen Summen nahezu gleich sind.

Bei den grossen individuellen Verschiedenheiten, welche die einzelnen Hefezellen in ihrer Theilungsfähigkeit auch unter gleichen äusseren Bedingungen zeigen, musste die Untersuchung der Frage, ob die Theilungen durch das Licht begünstigt oder gehemmt werden, einen statistischen Charakter annehmen, d. h. es musste ein Mittelwerth aus möglichst vielen einzelnen Zählungen gewonnen werden.

Um die Zählungen mit möglichster Genauigkeit auszuführen, bot sich zunächst das von Malassez angegebene Verfahren zum Zählen der Blutkörperchen dar, welches auf Anregung von Panum von M. Rasmus Pedersen[1]) zuerst bei Hefezellen angewendet worden ist.

Meine Untersuchung wurde an einer sehr reinen Presshefe angestellt, welche das hiesige Laboratorium des Vereines der Spiritus-Fabrikanten täglich in frischem Zustande von Heinr. Helbing in Wandsbeck erhält.[2]). Die angewandte Nährlösung[3]) enthält in 1 *l*:

100 *g* Rohrzucker
2,5 *g* Asparagin
20 *ccm* Mineralsalz-Lösung.

Letztere enthielt in 1 *l*:

50 *g* saures phosphorsaures Kali (KH_2PO_4)
17 *g* krystallisirte schwefelsaure Magnesia ($MgSO_4$).

Ein Zusatz von Kalk war nicht erforderlich, da solcher in dem zur Herstellung der Lösung verwendeten Leitungswasser in genügender Menge enthalten war.

Diese Nährlösung zeigte sich für die Vermehrung der Hefezellen vorzüglich geeignet. Schon nach wenigen Stunden sah man an den eingebrachten Zellen der Presshefe die bekannten Sprossungen eintreten.

Nachdem die Hefe in der beschriebenen Nährlösung einige Male umgezüchtet worden war, wurde ein entsprechendes Quantum derselben in frischer Nährlösung so vertheilt, dass die Zählung in der Kammer leicht ausgeführt werden konnte. Die Kammer[4]) bestand aus einem Objectträger von Spiegelglas, welchem eine kleinere, in der Mitte von kreisförmiger Oeffnung durchbohrte Spiegelglasplatte von genau $\frac{1}{5}$ *mm* Dicke aufgekittet war. Am Grunde des hierdurch gebildeten Troges waren zwei rechtwinkelig sich kreuzende Systeme unter sich paralleler Linien in 0,05 *mm* Abstand mit dem Diamanten eingeritzt. Wurde nun die

---

[1]) Recherches sur quelques facteurs qui ont de l'influence sur la propagation de la levûre basse du *Saccharomyces cerevisiae* (Meddelelser fra Carlsberg Laboratoriet, 1. (1878), p. 22).

[2]) Für freundliche Ueberlassung des Untersuchungsmaterials und Angabe einer passenden Nährlösung bin ich Herrn Professor Delbrück zu Dank verpflichtet.

[3]) Nach Hayduck in der Zeitschr. f. Spiritus-Industrie, 1881, p. 174.

[4]) Dieselbe war von R. Krügelstein in Berlin, Leipzigerstr. 130 bezogen.

Hefe durch starkes Schütteln oder Umrühren in der Nährlösung möglichst gleichmässig vertheilt, ein Tropfen derselben rasch in den Trog gebracht und ein genau ebengeschliffenes Deckglas sofort darüber geschoben, so konnte durch Einstellung der Theilungen am Grunde des Troges leicht festgestellt werden, wie viele Hefezellen sich in der Maaseinheit der Nährlösung befanden.

Um vergleichbare Resultate zu erhalten, ist natürlich eine gleichmässige Vertheilung der Hefecolonieen in der Nährlösung erste Bedingung. Doch ist dieselbe, trotz sorgfältigsten Schüttelns oder Umrührens, nur annähernd zu erreichen, da in dem Tropfen welchen man mit dem Glasstäbchen oder mit der Pipette in den Trog bringt, sich die Zellen resp. deren Colonieen, selbst bei raschester Manipulation, sofort in etwas ungleicher Art vertheilen. In der Mitte des zwischen den Wänden des Troges und dem Deckglase eingeschlossenen Tropfens von Nährlösung fand ich die Hefezellen stets etwas dichter gesät, als gegen den Rand hin. Es ist desshalb, um vergleichbare Mittelwerthe zu erhalten, unbedingt nothwendig, dass man die Zählungen stets in denselben Quadraten des Liniennetzes ausführt; andernfalls würde man leicht versucht werden, in der Auswahl parteiisch zu verfahren, und es würde die Untersuchung dann jeden Werth verlieren.

Andere Vorsichtsmassregeln, z B. dass man beim Aufschieben des Deckglases dafür sorgen müsse, dass der Rand desselben fest an der Unterlage angesaugt sei, dass keine Luftblasen eingeschlossen werden, dass etwaige überschüssige Flüssigkeit rasch durch Fliesspapier entfernt werde, und dass man vor Beginn der Zählung einige Minuten warten müsse, bis sämmtliche Hefezellen auf den Boden des Troges herabgesunken seien, bedürfen kaum der Erwähnung. Alles Weitere bitte ich bei M. Rasmus Pedersen l. c., p. 24—26 nachzulesen.

Nachdem der mittlere Gehalt der Nährlösung an Hefezellen durch eine Reihe von Zählungen, von denen sich jede auf dieselben 16 Quadrate der angewendeten Kammer bezogen[1]), festgestellt war, wurde die Flüssigkeit, unter fortdauerndem starken Umrühren und wiederholtem abwechselnden Abgiessen, in zwei flache Krystallisationsschalen von gleicher Querschnittsfläche und Höhe zu gleichen Hälften vertheilt, von denen die eine für mehrstündiges Verweilen im Lichte die andere im Dunkeln bestimmt war. Um alle übrigen Bedingungen, besonders die Temperatur, möglichst gleichmässig herstellen zu können, wurde einer künstlichen Lichtquelle der Vorzug gegeben. Als solche dienten fünf nebeneinander befindliche flache Glasflammen, welche mittels eines Gasdruckregulators während der Versuchsdauer in gleicher Stärke erhalten wurden. Vor denselben befand sich ein mit destillirtem Wasser gefülltes, aus parallelen Spiegelglasplatten aufgebautes Gefäss von 4 *cm* lichter Weite. Die 4 *cm* dicke Wasserschicht, welche das Licht zu passiren hatte, bevor es zu den Versuchsobjecten gelangte, sollte die von den Flammen ausgehenden Wärmestrahlen zurückhalten[1]).

---

[1]) Dieselben füllten den grösseren Theil des Gesichtsfeldes bei Seibert's Obj.V. aus, gestatteten also eine sichere Zählung ohne Verschiebung der Kammer. Sämmtliche Zählungen wurden von meinem Assistenten, Herrn Dr. A. Zimmermann controlirt, der mir auch sonst bei Ausführung der Versuche mehrfach zur Seite gestanden hat.

Die zwei flachen Schalen, in welchen die Nährlösung mit der Bierhefe vertheilt war, befanden sich unter je einer tubulirten Glasglocke. Die eine derselben war mit geschwärztem Papier lückenlos überklebt und zum Theil noch mit einem schwarzen Tuche überdeckt; die andere war vollkommen durchsichtig. Der in die obere Oeffnung jeder Glocke eingesetzte Kork war von einigen kleinen Oeffnungen durchbohrt. Die meisten derselben dienten dazu, einen ungehinderten Austausch zwischen dem Sauerstoff der Luft und den Hefezellen zu ermöglichen; die mittelste, etwas grössere Oeffnung war dazu bestimmt, je ein Thermometer in die Glocken einzuführen. Vor Beginn des Versuches waren die Thermometer auf die Gleichmässigkeit ihres Ganges genau geprüft. Bei dem fortdauernden Steigen der Temperatur, welches die nothwendige Folge des Brennens der Gasflammen im geschlossenen Raume war, erwies es sich als nicht ganz leicht, eine vollkommene Gleichmässigkeit der Temperatur in der hellen und der dunklen Glocke zu erhalten. Wo bei einer derselben sich ein geringer Ueberschuss herausstellte, genügte eine sehr geringes Entfernen von dem sich durch die Nähe der Flammen schwach erwärmenden parallelwandigen Wassergefässe, um die Gleichmässigkeit baldigst wiederherzustellen. Länger andauernde Differenzen betrugen fast immer nur 0,1° C.

Nach Abschluss des Versuches wurden die während des Zählens noch stattfindenden Zelltheilungen dadurch eingeschränkt, dass beim ersten und zweiten Versuche die beiden Schalen auf Eis gesetzt wurden, beim dritten und vierten Versuche dagegen ihrem Inhalte einige Tropfen Pikrinsäure hinzugefügt wurden. Da hierdurch die Theilungen aber nur verlangsamt, nicht sistirt wurden, mussten die Zählungen sämmtlich an demselben Tage, wo der Versuch abgeschlossen war, vorgenommen werden und zwar derart, dass immer abwechselnd die Zählung an dem Inhalt der hellbeleuchteten und der verdunkelten Glocke ausgeführt wurde. Um nach beiden Seiten hin möglichste Unparteilichkeit walten zu lassen, wurde bei Versuch 1 und 3 die Zählung mit dem Inhalte der hellbeleuchteten, bei Versuch 2 und 4 mit demjenigen der verdunkelten Glocke begonnen.

---

[1]) Die Leuchtkraft der Flammen war in der Entfernung von der hinteren Fläche des parallelwandigen, mit Wasser gefüllten Gefässes, in welcher sich die Versuchsobjecte befanden, gleich derjenigen einer Stearinkerze von 27,5 *cm* Länge, 2 *cm* Dicke und $83^1/_3$ *g* Gewicht bei 8,5 bis 9 *cm* Entfernung.

Ich lasse nun die Resultate der vier nach dieser ersten Methode ausgeführten Versuche folgen:

Versuch 1.

Beginn am 11. Januar 1884, 1 U. Nachm.

Beobachtete Temperaturen[1]): 1 U. 15 M. Nachm. H. 17°,8, D. 18°,0; 1 U. 35 M. H. 17°,9, D. 18°,0; 2 U. 35 M. H. 18°,0, D. 18°,2; 3 U. 20 M. H. 18°,3, D. 18°,4; 5 U. 30 M. H. 19°,1, D. 19°,2; am 12. Januar, 8 U. 45 M. Vorm. H. 20°,8, D. 20°,9.

Schluss des Versuches am 12. Januar, 10 U. Vorm.

Resultate:

Vor Beginn des Versuchs		Nach Abschluss des Versuchs			
		Helle Glocke		Dunkle Glocke	
115	Mittel: 75,2	142	Mittel: 185	195	Mittel; 180,55
102		146		161	
83		142		151	
51		201		167	
57		126		162	
70		232		86	
27		279		225	
94		223		224	
85		174		254	
68					
752		1665		1625	

Es hatte sich demnach in 21 Stunden jede Hefezelle unter Einfluss des Gaslichtes im Mittel auf 2,46, in der Dunkelheit im Mittel auf 2,40 Zellen vermehrt.

Versuch 2.

Beginn am 15. Januar, 1 U. 15 M. Nachm.

Beobachtete Temperaturen: 1 U. 20 M. Nachm. H. 17°,4, D. 17°,4; 2 U. 30 M. H. 17°,9, D. 17°,8; 5 U. 20 M. H. 19°, D. 18°,8; 5 U. 45 M. H. 19°,5, D. 19°,5; 6 U. 50 M. H. 19°,85, D. 19°,85; am 16. Jan., 8 U. 40 M. Vorm. H. 21°,75, D. 21°,75; 10 U. H. 21°,9, D. 21°,9.

Schluss des Versuchs am 16. Jan., 10 U. 10 M. Vorm.

---

[1]) H. bedeutet hier und im Folgenden: Helle Glocke, D.: Dunkle Glocke. Die Zahlen beziehen sich auf Grade Celsius.

Resultate:

Vor Beginn des Versuchs	Nach Abschluss des Versuchs	
	Helle Glocke	Dunkle Glocke
41	109	205
51	339	155
32	131	259
50	212	195
43	248	313
49	292	364
33	193	229
51	343	298
57	206	197
45		
Mittel: 45,2	Mittel: 230,33	Mittel: 246,11
452	2073	2215

Es hatte sich demnach in 20 Stunden 55 Min. jede Hefezelle unter Einfluss des Gaslichtes im Mittel auf 5,10, in der Dunkelheit im Mittel auf 5,44 Zellen vermehrt.

Versuch 3.

Beginn am 22. Januar, 12 U. 30 M. Nachm.

Beobachtete Temperaturen: 12 U. 30 M. H. 16°,6, D. 16°,6; 1 U. 10 M. H. 17°,3, D. 17°,3; 2 U. 23 M. H. 17°,9, D. 17°,8; 3 U. 20 M. H. 18°,3, D. 18°,4; 4 U. 15 M. H. 18°,7, D. 18°,7; 5 U. 50 M. H. 19°,2, D. 19°,2; am 23. Januar, 8 U. 45 M. Vorm. H. 21°,4, D. 21°,45; 10 U. H. 21°,7, D. 21°,7.

Schluss des Versuchs am 23. Januar, 10 U. Vorm.

Resultate:

Vor Beginn des Versuchs	Nach Abschluss des Versuchs	
	Helle Glocke	Dunkle Glocke
33	49	68
30	79	121
10	123	126
15	97	32
13	85	37
2	81	75
29	73	43
11	76	54
15	142	103
21	69	70
15	54	28
33	72	74
	33	106
	62	127
Mittel: 18,91	Mittel: 78,21	Mittel: 76
227	1095	1064

Es hatte sich demnach in 21 Stunden 30 Min. jede Hefezelle unter Einfluss des Gaslichtes im Mittel auf 4,14, in der Dunkelheit im Mittel auf 4,02 Zellen vermehrt.

Versuch 4.

Beginn am 12. Februar, 3 U. 20 M. Nachm.

Beobachtete Temperaturen: 3 U. 30 Min. H. 18°,4, D. 18°,4; 4 U. 10 M. H. 18°,8, D. 18°,85. 4 U. 40 M. H. 19°,2, D. 19°,2; 5 U. 25 M. H. 19°,4, D. 19°,5; 6 U. 10 M. H. 19°,9, D. 19°,9; 6 U. 30 M. H. 20°,0, D. 20°,0; 7 U. 10 M. H. 20°,3, D. 20°,3; am 13. Februar, 9 U. 3 M. Vorm H. 22°,0, D. 22°,1; 10 U. 8 M. H. 22°,3, D. 22°,2.

Schluss des Versuchs am 13. Februar, 10 U. 10 M. Vorm.

Resultate:

Vor Beginn des Versuchs		Nach Abschluss des Versuchs			
		Helle Glocke		Dunkle Glocke	
44		180		197	
23		152		188	
33		133		121	
38		197		368	
20	Mittel: 29,1	208	Mittel: 189,9	279	Mittel: 235,5
23		197		187	
34		227		168	
32		201		255	
19		225		296	
25		179		296	
291		1899		2355	

Es hatte sich demnach in 18 Stunden 50 Min. jede Hefezelle unter Einfluss des Gaslichtes im Mittel auf 6,53, in der Dunkelheit im Mittel auf 8,09 Zellen vermehrt.

Da es, wie oben hervorgehoben wurde, selbst bei raschester Manipulation nicht möglich ist, den Tropfen Nährlösung derart in der Kammer auszubreiten, dass die Hefe ganz gleichmässig in demselben vertheilt ist, und die Summen der aufeinanderfolgenden Zählungen desshalb, wie wir bei den einzelnen Versuchen sahen, sehr an Gleichmässigkeit zu wünschen übrig lassen, war der Wunsch naheliegend, die auf dem oben beschriebenen Wege gewonnenen Resultate durch eine Methode zu controliren, welche von der einzelnen Hefezelle auszugehen gestattet.

Um vollständig isolirte Zellen zu gewinnen, wurde ein geringes Quantum frischer Presshefe in destillirtem Wasser vertheilt und mit demselben wiederholt stark geschüttelt. Obschon die meisten Zellen sich hierdurch von einander getrennt hatten, haftete doch eine Anzahl von ihnen immer noch in grösseren oder kleineren Gruppen aneinander. Um diese zu entfernen, wurde die aufgeschlemmte Hefe in ein langes Glasrohr gebracht, welches nach unten durch einen kurzen Gummischlauch mit Quetschhahn abgeschlossen war. Wurde nach etwa ½stündigem, ruhigen Stehen ein wenig Flüssigkeit abgezogen, so enthielt dieselbe, neben isolirten Zellen, besonders auch zahlreiche Gruppen, welche wegen ihres im Verhältniss zur Masse geringeren Gesammtumfanges rasch zu Boden gesunken waren. Wiederholt man dieses Abziehen mit dem Quetschhahn mehrmals hintereinander mit derselben Flüssigkeit, nachdem dieselbe jedesmal vor dem Stehen von Neuem durcheinandergeschüttelt war, und lässt das letzte Mal ein grösseres Quantum hefehaltiger Flüssigkeit mittels des Quetschhahnes ab, so enthält die nun folgende, am besten in einem Uhrglase zu sammelnde Flüssigkeit, wie man sich mit Hilfe des Microscopes überzeugen kann, jetzt nur noch isolirte Hefezellen.

Um diese und die aus ihnen erwachsenden Sprosscolonieen in der Nährlösung[1]) fixiren zu können, wurde letztere mit soviel Gelatine versetzt, als zum Erstarren bei gewöhnlicher Zimmertemperatur nothwendig war. Jedesmal, nachdem ein Tropfen noch flüssiger gelatinirter Nährlösung auf den Objectträger gebracht war, wurde rasch mittels eines ganz sauberen, zu feiner, abgerundeter Spitze ausgezogenen Glasstäbchens ein kleines Tröpfchen des durch Aufrühren mit Hefezellen beladenen destillirten Wassers in denselben eingebracht. Durch rasches Hin- und Herfahren des Glasstäbchens in zwei aufeinander senkrechten Richtungen wurde nun der Tropfen gelatinirter Nährlösung zu rechteckiger Form ausgebreitet und die isolirten Hefezellen möglichst gleichmässig in ihm vertheilt. Demnächst wurde jedes so behandelte Präparat in genau horizontaler Stellung in einen dunstgesättigten Raum gebracht, bis das Erstarren der Nährlösung eingetreten war.

War auf diese Weise die gewünschte Anzahl von Objectträgern (bei unserem Versuche waren es im Maximum je 12) hergerichtet, so wurden dieselben nach vollständigem Erstarren der Gelatine in verticaler Stellung mit dem einen Ende derart in zwei mit feuchtem Sande gefüllte flache Schalen gesteckt, dass die Nährtropfen sämmtlich nach derselben Seite gewendet waren. Die eine Schale mit 6 Präparaten wurde nun unter die dunkle, die andere unter die helle Glocke gebracht, wobei die Präparate mit ihrer Oberseite der Lichtquelle zugekehrt waren. Die weitere Anordnung der Versuche unterscheidet sich von der der früher beschriebenen nur dadurch, dass die Oeffnungen der Korke, durch welche die Thermometer in die Glocke eingeführt waren, diessmal sorgfältig verschmiert wurden, und dass der Innenraum der Glocken unten durch Wasser abgesperrt wurde, weil die Gelatine-Präparate sonst binnen Kurzem eingetrocknet sein würden.

---

[1]) Auch zu diesen Versuchen diente die auf S. 133 in ihrer Zusammensetzung beschriebene Nährlösung.

Hatte der Versuch die gewünschte Zeit angedauert, so zog ich, um die Zählung der aus den einzelnen Zellen hervorgegangenen Sprosscolonieen zu erleichtern, mittels eines spitzen Pinsels parallele Linien mit chinesischer Tusche in die frische Gelatine, bezeichnete die Präparate so genau, dass jeder spätere Irrthum ausgeschlossen war, und liess sie unter Glasglocken eintrocknen. Die Vermehrung der Zellen wurde hierdurch vollkommen sistirt, und die Zählung konnte beliebig mehrere Tage oder selbst Wochen hinausgeschoben werden. Unmittelbar, bevor dieselbe an einem Präparate vorgenommen werden sollte, wurde dasselbe mit einem Gemenge von $\frac{2}{3}$ Glycerin und $\frac{1}{3}$ Wasser in dünner Schicht überdeckt. Nachdem die Gelatine hierdurch aufgeweicht war, traten die Grenzen und Umrisse der Zellen innerhalb der Colonieen fast noch schärfer als in den frischen Gelatine-Präparaten hervor. Ein neues Eintrocknen der Präparate konnte nun nicht stattfinden, und ebenso unterblieb das bei Beobachtung frischer Gelatine-Präparate so lästige Beschlagen der unteren Linse des Objectives mit Wasser.

Obschon, wie sich aus den Mittelwerthen der Zählungen ergab und wie diess ja a priori als selbstverständlich gelten muss, das Eintrocknen der Gelatine den Fortgang der Zelltheilungen unterbricht, habe ich doch um jeden möglichen Einwurf ungleichartiger Behandlung der beleuchteten und verdunkelten Präparate abzuschneiden, immer je zwei solcher Präparate unmittelbar nacheinander der Zählung unterworfen und zwar so, dass ich abwechselnd mit einem beleuchteten und mit einem verdunkelten Präparate begann.

Mit Rücksicht auf die bei Ausführung der Versuche zu beachtende Vorsichtsmassregeln scheint es mir noch besonders bemerkenswerth, dass man für möglichst gleiche Dicke der Gelatinetropfen in den Präparaten Sorge tragen muss, weil bei erheblichen Verschiedenheiten in dieser Beziehung empfindliche Ungleichheiten im Luftzutritt zu den sich entwickelnden Colonieen die nothwendige Folge sind. Selbst bei grösster Sorgfalt kann freilich die erreichbare Gleichmässigkeit immer nur eine annähernde sein, und man findet desshalb, dass beim Eintrocknen nicht alle Präparate genau gleichen Schritt halten. Meines Erachtens ist diess der Hauptgrund, wesshalb die Mittelwerthe der Zellenzahl in den verschiedenen Präparaten desselben Versuches nicht noch genauer übereinstimmen, als es in Wirklichkeit der Fall ist.

Beim Ausführen der Zählung selbst ist es, auch wenn die mit Tusche in die Gelatine gezogenen Linien einander ziemlich nahe liegen, unvermeidlich, dass eine oder die andere Sprosscolonie übergangen wird. Es ist diess ohne jede Bedeutung für das Endresultat, wenn nur der

Zählende sich zur unverbrüchlichen Regel macht, nicht parteiisch zu verfahren und absichtlich eine oder die andere Gruppe zu übergehen. Ich selbst habe Letzteres nur in einigen wenigen Fällen gethan, wo die Zellenzahl einer Colonie das sonst im Präparat vorkommende Maximum erheblich überschritt, also die Gruppe aller Wahrscheinlichkeit nicht aus einer, sondern aus zwei oder mehr nebeneinander gerathenen Hefezellen hervorgegangen war. Doch wardiess bei einem Versuche so überaus selten der Fall, und es vertheilten sich solche Vorkommnisse so gleichmässig auf die Präparate beider Glocken, dass sie eben so gut hätten mitgezählt werden können, ohne das Resultat zu ändern.

Die in den folgenden 4 Tabellen zusammengestellten Zahlen sind meist das Mittel aus mehr als 100 einzelnen Zählungen. Nur da, wo in einem Präparate die ausgesäeten Hefezellen in geringerer Zahl vorhanden waren, musste der Mittelwerth aus weniger Zählungen gewonnen werden.

Versuch 5.

Beginn am 15. Februar, 3 U. 30 M. Nachm. Unter jeder Glocke befanden sich 3 Präparate.

Beobachtete Temperaturen: 3 U. 30 M. H. 21°5, D. 21°,5; 4 U. 15 M. H. 21°,5, D. 21°,5; 5 U. 8 M. H. 21°,6, D. 21°,7; 6 U. 8 M. H. 21°,75, D. 21°,8; 7 U. 10 M. H. 21°,8, D. 21°,8; am 16. Februar, 8 U. 10 M. Vorm. H. 21°,1, D. 21°,0.

Schluss des Versuchs am 16. Februar, 8 U. 15 M. Vorm.

Reihenfolge der Zählungen, welche an sämmtlichen Präparaten am 16. Februar zwischen 10 U. 30 M. Vorm. und 3 U. Nachm. vorgenommen wurden:

1) H. I. 2) D. I. 3) D. II. 4) H. II. 5) H. III. 6) D. III.

Resultate:

	Helle Glocke			Dunkle Glocke	
I.	(Mittel aus 30 Zählungen)	18,07	I.	(Mittel aus 12 Zählungen)	17,17
II.	(„ „ 21 „)	17,57	II.	(„ „ 24 „)	15,46
III.	(„ „ 13 „)	16,31	III.	(„ „ 6 „)	20
		51,95			52,63
	Mittel: 17,32			Mittel: 17,54	

d. h. in der Zeit von 16 Stunden und 45 Min. waren unter der hellbeleuchteten Glocke aus einer Zelle im Mittel 17,32, unter der dunklen Glocke aus einer Zelle 17,54 Zellen hervorgegangen.

Versuch 6.

Beginn am 19. Februar, 2 U. 55 M. Nachm. Unter jeder Glocke befanden sich je 3 Präparate, von denen später nur je zwei der Zählungen unterworfen wurden.

Beobachtete Temperaturen: 3 U. 15 M. Nachm. H. 16°,35, D. 16°,4; 4 U. H. 16°,8, D. 16°,9; 4 U. 30 M. H. 17°,15, D. 17°,2; 5 U. 10 M. H. 17°,5, D. 17°,5; 8 U. 20 M. H. 18°,80, D. 18°,85; am 20. Febr., 8 U. 25 M. Vorm. H. 20°,2, D. 20°,4; 9 U. 15 M. H. 20°,4, D. 20°,5; 10 U. H. 20°,7, D. 20°,65.

Schluss des Versuchs am 20. Februar, 10 U. Vorm.

Reihenfolge der Zählungen, welche sämmtlich am 20. Februar zwischen 11 U. Vorm. und 3 U. Nachm. vorgenommen wurden:

1) D. I. 2) H. I. 3) H. II. 4) D. II.

Resultate:

Helle Glocke			Dunkle Glocke		
I.	(Mittel aus 50 Zählungen)	16	I.	(Mittel aus 78 Zählungen)	13,99
II.	(„ „ 36 „)	17,11	II	(„ „ 45 „)	15,96
		33,11			29,95
	Mittel: 16,56.			Mittel: 14,98	

d. h. in der Zeit von 19 Stunden und 5 Min. waren unter der hellbeleuchteten Glocke aus einer Zelle im Mittel 16,56, unter der dunklen Glocke aus einer Zelle 14,98 Zellen hervorgegangen.

Versuch 7.

Beginn am 22. Februar, 2 U. 40 Min. Nachm. Unter jeder Glocke befanden sich 6 Präparate.

Beobachtete Temperaturen: 2 U. 55 M. H. 19°,3, D. 19°,2; 3 U. 5 M. H. 19°,5, D. 19°,5; 7 U. H. 20°,9, D. 20°,8; 7 U. 35 M. H. 21°,0, D. 21°,0; 8 U. 5 M. H. 21°,1, D. 21°,1; 8 U. 53 M. H. 21°,3, D. 21°,35; 9 U. 25 M. H. 20°,4, D. 20°,4; am 23. Febr., 8 U. 15 M. Vorm. H. 22°,1, D. 22°,2.

Schluss des Versuchs am 23. Febr., 8 U. 15 M. Vorm.

Reihenfolge der Zählungen: am 23. Februar. 1) H. I. 2) D. I.; am 25. Februar. 3) D. II. 4) H. II.; am 27. Februar. 5) H. III. 6) D. III.; am 1. März. 7) D. IV. 8) H. IV.; am 3. März. 9) H. V. 10) D. V.; am 13. März. 11) D. VI. 12) H. VI.

Resultate:

Helle Glocke			Dunkle Glocke		
I.	(Mittel aus 154 Zählungen)	17,03	I.	(Mittel aus 182 Zählungen)	17,17
II.	(„ „ 133 „)	18,20	II.	(„ „ 129 „)	16,93
III.	(„ „ 151 „)	19,87	III.	(„ „ 128 „)	18,76
IV.	(„ „ 126 „)	17,90	IV.	(„ „ 126 „)	18,22
V.	(„ „ 151 „)	19,26	V.	(„ „ 150 „)	18,75
VI.	(„ „ 163 „)	17,15	VI.	(„ „ 158 „)	17,66
		109,41			107,49
	Mittel: 18,24			Mittel: 17,92	

d. h. in der Zeit von 17 Stunden und 35 Min. waren unter der hellbeleuchteten Glocke aus einer Zelle im Mittel 18,24, unter der dunklen Glocke aus einer Zelle 17,92 Zellen hervorgegangen.

Versuch 8.

Beginn am 4. März, 3 U. 35 M. Nachm. Unter jeder Glocke befanden sich 6 Präparate.

Beobachtete Temperaturen: 3 U. 55 M. H. 16°,9, D. 16°,9; 4 U. 20 M. H. 16°,95, D. 17°,0; 4 U. 30 M. H. 16°,98, D. 17°,04; 5 U. 30 M. H. 17°,3, D. 17°,35; 6 U. 35 M. H. 17°,6, D. 17°,6; 8 U. 40 M. H. 18°,0, D. 18°,0; 9 U. 20 M. H. 18°,1, D. 18°,1; am 5. März, 8 U. 30 M. Vorm. H. 18°,3, D. 18°,3.

Schluss des Versuchs am 5. März, 8 U. 30 M. Vorm.

Reihenfolge der Zählungen: am 5. März. 1) D. I. 2) H. I.; am 7. März. 3) H. II. 4) D. II.; am 8. März. 5) D. III. 6) H. III.; am 10. März. 7) H. IV. 8) D. IV.; am 11. März. 9) D. V. 10) H. V.; am 12. März. 11) H. VI. 12) D. VI.

Resultate:

Helle Glocke			Dunkle Glocke		
I.	(Mittel aus 157 Zählungen)	6,78	I.	(Mittel aus 274 Zählungen)	6,95
II.	(„ „ 167 „)	7,05	II	(„ „ 36 „)	6,89
III.	(„ „ 140 „)	8,74	III.	(„ „ 147 „)	7,63
IV.	(„ „ 154 „)	6,72	IV.	(„ „ 214 „)	5,91
V.	(„ „ 124 „)	6,43	V.	(„ „ 160 „)	6,17
VI.	(„ „ 172 „)	6,23	VI.	(„ „ 78 „)	6,53
		41,95			40,08
	Mittel: 6,99			Mittel: 6,68	

d. h. in der Zeit von 16 Stunden und 55 Min. waren unter der hellbeleuchteten Glocke aus einer Zelle in Mittel 6,99, unter der dunklen Glocke im Mittel 6,68 Zellen hervorgegangen.

Obschon die Resultate der 8 vorstehend mitgetheilten Versuche nicht so unmittelbar mit einander vergleichbar sind, dass sich ein Mittel aus ihnen gewinnen liesse, da die Dauer des Versuches und der Gang der Temperaturen nicht dieselben waren, so geben wir dennoch, der leichteren Uebersicht halber, in der folgenden Tabelle eine Zusammenstellung der Zahlen, welche die mittlere Vermehrung der einzelnen Zellen am Schlusse jedes Versuches bezeichnen:

Nummer des Versuchs	Helle Glocke	Dunkle Glocke
1	2,46	2,40
2	5,10	5,44
3	4,14	4,02
4	6,53	8,09
5	17,32	17,54
6	16,56	14,98
7	18,24	17,92
8	6,99	6,68
Summa:	77,34	77,07

Aus dieser Zusammenstellung ergibt sich, dass in 3 von den 8 Versuchen die Vermehrung der Zellen unter der dunklen Glocke, in 5 Versuchen dagegen unter der hellen Glocke eine etwas stärkere war, und dass die Verschiedenheiten nach beiden Richtungen sich in den Summen ziemlich genau compensiren.

Ich glaube demgemäss zu den Ausspruch berechtigt zu sein, dass die Zelltheilungen von *Saccharomyces cerevisiae* bei mässigem Lichte mit gleicher Lebhaftigkeit stattfinden, wie im Dunkeln.

Eine Uebertragung dieses Resultates auf andere Fälle von Zelltheilung ist desshalb unthunlich, weil, wie Sachs[1]) schon hervorgehoben hat, die Beleuchtungsverhältnisse, unter denen die Zelltheilungen in freier Natur sich vollziehen, im Einzelnen so sehr verschiedene sind. Es ist desshalb von vornherein wahrscheinlich, dass sich mit Rücksicht auf die Beziehungen des Lichtes zur Zelltheilung ganz ebensolche Anpassungserscheinungen herausgebildet haben, wie solche für das Zellwachsthum in geringer Zahl bekannt sind.

---

[1]) Siehe oben, p. 130.

22. B. Frank: Ueber das Wurzelälchen und die durch dasselbe verursachten Beschädigungen der Pflanzen.

Eingegangen am 20. März 1884.

Ausser der Rüben-Nematode (*Heterodera Schachtii* Schmidt), welche äusserlich an Pflanzenwurzeln lebt und keine Gallen verursacht, giebt es noch eine zweite an Wurzeln parasitirende Nematode, welche innerhalb des Wurzelkörpers vorkommt und hier die Erzeugerin eigenthümlicher Gallen ist, das Wurzelälchen, *Anguillula* oder, wie es nach dem nun bekannten Entwickelungsgange des Thieres richtiger heissen muss, *Heterodera radicicola* (Greeff). Ueber älchenbewohnte Wurzelgallen haben wir zuerst 1864 durch Greeff[1]) Mittheilung erhalten, welcher dieselben an Gräsern und anderen Pflanzen erwähnt und 1872 in einer von Magnus aufgefundenen Galle an den Wurzeln von *Dodartia orientalis*, ferner in solchen von *Poa annua*, *Triticum repens* und verschiedenen *Sedum*-Arten *Anguillulen* nachwies. Dann hat Warming[2]) An den Wurzeln von *Elymus arenarius* dergleichen Gallen gefunden. an sehr vielen anderen Pflanzen sind Wurzelälchengallen von Licopoli[3]) gesehen worden, nämlich an verschiedenen Crassulaceen und nach einer zweiten Mittheilung[4]) an *Vitis labrusca*, *Plantago lanceolata*, *Cichorium intybus*, *Leontodon Taraxacum*, *Daucus carota*, *Angelica silvestris* und *Archangelica*, *Euphorbia cyparissias* und *Erythrina crus galli*. Ein allgemeineres Interesse lenkte 1878 ein Wurzelälchen auf sich, welches nach Jobert[5]) in den Kaffeebaumculturen Brasiliens durch die Gallenbildung, die es an den Wurzeln des Kaffeebaumes hervorbringt, zu einem rapiden Absterben der Bäume Veranlassung giebt. Cornu[6]) erwähnt zuerst das Vorkommen von Wurzelgallen auch auf einer Papilionacee, nämlich *Onobrychis sativa*, deren Erzeuger er als

---

[1]) Verhandlungen des naturhist. Ver. d. preuss. Rheinlande 1864. — Berichte der Marburger Gesellsch. z. Beförd. d. Naturwiss. 1872. p. 169.

[2]) Botanisk Tidsskrift. 3. Reihe. II. 1877. Referat in Just bot. Jahresber. f. 1877. p. 516.

[3]) Sopra alcuni tubercoli radicellari continente Anguillole. Referat in Just bot. Jahresber. f. 1876. p. 1235.

[4]) Le galle nella flora di alcune province napolitana. Napoli 1877.

[5]) Compt. rend. 9. December 1878.

[6]) Etude sur le *Phylloxera vastatrix* in Recueil des savants étrangers. 1878. p. 164.

Anguillula Marioni bezeichnet, und giebt ferner ganz ähnliche Gallen an *Cissus aconitifolius* und *Clematis Vitalba* an. Weiter verdanken wir Cornu[1]) die Mittheilung, dass auch auf gewissen in unseren Treibhäusern cultivirten Rubiaceen, nämlich verschiedenen Arten von *Ixora* und auf *Hamiltonia spectabilis* Wurzelgallen mit *Anguillulen* von ihm gefunden worden sind. Ich habe[2]) dann das Vorkommen von Wurzelälchengallen auf mehreren unserer einheimischen Kulturpflanzen, nämlich auf *Soja hispida*, *Medicago sativa*, *Lactuca sativa* und auf den Wurzeln der Birnbäume angezeigt. Zugleich habe ich daselbst in kurzen Zügen die vorläufigen Resultate meiner Untersuchungen über die Entwickelung der Gallen und der Gallenerzeuger geschildert. Die von mir dort bestimmt gegebene Deutung, welche auch schon durch die in der zweiten Mittheilung Licopoli's enthaltenen Beobachtungen zu vermuthen war, ging dahin, dass die Weibchen erst innerhalb der Gallen zu grossen cystenartigen Blasen aufschwellen, welche meist ganz von dem Zellengewebe der Galle umgeben sind und sich hier mit Eiern anfüllen, dass die dann erstarkende und erhärtende aus Chitin bestehende Haut des inzwischen absterbenden Weibchens die Cyste darstellt, in welcher man die Eier und später auch die daraus ausgekommenen Jungen in den Gallen eingeschlossen findet und dass endlich die jungen Aelchen aus der Cyste und aus der Galle auswandern.[3]) Endlich hat Carl Müller in der unten erwähnten Abhandlung eine genaue zoologische Darstellung von Bau und Entwickelung des Wurzelälchens gegeben.

---

1) Compt. rend. 1879. p. 668.

2) Sitzungsber. des botan. Vereins d. Provinz Brandenburg 30. Sept. 1881.

3) Ich bedauere, hier erwähnen zu müssen, dass nach Licopoli's zweiter und meiner oben citirten Publication ein Anderer den Versuch gemacht hat sich die Priorität dieser Beobachtungen anzueignen. In einer Inauguraldissertation „Neue Helminthocecidien und deren Erzeuger“ von Carl Müller, unterzeichnet „im December 1882“, also circa $1^1/_4$ Jahr nach meiner Veröffentlichung, wird die Thatsache, dass die eierfüllten Cysten in den Wurzelzellen die angeschwollenen Aelchenweibchen selbst sind, als eine eigene neue Entdeckung gefeiert. Nun wäre dies allein recht wohl entschuldbar, denn es ist ja möglich, dass meine Mittheilung dem Verfasser entgangen sein kann, zumal da er sich, wie aus seiner Abhandlung hervorgeht, mehr auf zoologischem denn botanischem Gebiete bewegt. Inzwischen lernt nun aber der Verfasser meine Mittheilungen kennen. Darauf erscheint im ersten Heft des Jahrganges 1884 der landwirthschaftlichen Jahrbücher von demselben Verfasser ein Aufsatz, betitelt: „Mittheilungen über die unseren Culturpflanzen schädlichen, das Geschlecht Heterodera bildenden Würmer.“ Dieser Aufsatz ist wörtlich derselbe, wie jener, der den anderen Titel trägt, nur ist ihm vorgedruckt eine zwei Seiten umfassende Vorbemerkung und ein Literaturverzeichniss, in welches auch meine Publikation aufgenommen worden ist. Trotzdem heisst es auch in dieser Vorbemerkung wieder, dass bis jetzt (d. h. also bis zu Herrn Carl Müller's Auftreten) die Natur des Wurzelälchens eine offene Frage gewesen sei und dass man „bisher die entwickelte *Anguillula radicicola* noch nicht einmal kennen gelernt“ habe. Diese Wahrheitsentstellung wird dadurch verschleiert, dass in jener hinzugefügten Vorbemerkung kein Wort über meine dahinzielenden Beobachtungen erwähnt wird und

und als weiteres Vorkommen noch *Musa rosacea* und *M. Dacca*, sowie *Mulgedium macrophyllum* genannt.

Während der letzten 3 Jahre habe ich Untersuchungen angestellt, die hauptsächlich darauf gerichtet waren, Genaueres zu erfahren über die Lebensweise dieser Parasiten, über den Einfluss, den sie auf die Pflanze haben, und über die Frage der specifischen Identität oder Verschiedenheit der an so verschiedenartigen Pflanzen in so verschiedenen Ländern und mit so ungleichem Einfluss auf die Nährpflanzen auftretenden Wurzelälchen. Die Resultate sollen hier vorläufig referirt werden, eine ausführlichere Darstellung mit Illustrationen wird in den Landwirthschaftlichen Jahrbüchern erscheinen.

1. Einwanderung des Parasiten und Bildung der Gallen.

Meine Freilandculturen, in denen ich die Wurzelälchen im Grossen an Klee, Salat etc. züchtete, gaben mir hinreichendes Material, um oben bezeichnete Fragen zu studiren. Hat man z. B. sehr reich mit Wurzelgallen besetzte Kleewurzeln besonders in den Frühjahrsmonaten, so gelingt es leicht Stellen zu finden, in welche soeben erst der Parasit eingedrungen ist. Die Einwanderung erfolgt vorwiegend an den jüngsten Wurzelenden und jüngsten Wurzelzweigen. Etwa einen oder wenige Millimeter rückwärts von der Wurzelspitze giebt sich die Stelle äusserlich zunächst als eine sehr schwache Verdickung in der Form zu erkennen, dass der Wurzelkörper daselbst ein wenig spindelförmig verdickt erscheint, oder es gelingt auch an dieser Stelle eben eingedrungene Würmchen zu finden in einem Zustande, wo die Wurzel noch unverändert cylindrisch aussieht, zum Beweise, dass die Einwanderung des Aelchens das Primäre, die Ursache des gallenbildenden Reizes ist. Letzterer macht sich aber unmittelbar darauf geltend in einer vermehrten Zellbildung, welche das Anschwellen der Wurzel zur Folge hat. An der Einwanderungsstelle sind ent-

---

dass auch die ganze Dissertation wieder genau in ihrem alten Wortlaute, der Herrn Carl Müller mit dem Ruhme des Entdeckers verklärt, abgedruckt worden ist; meiner Beobachtung wird nur an verborgener Stelle, tief im Texte in einem kleinen, jetzt eingeschobenen Passus gedacht, aber so, als bestehe das ganze Verdienst derselben eigentlich nur in der Angabe von ein paar neuen Pflanzen, auf denen die Aelchengallen von mir gefunden worden sind; nur so kurz als möglich steht das nackte Bekenntniss da: „Frank deutet die Eicysten vollkommen richtig.“ Beinahe komisch ist dadurch der Widerspruch geworden, in welchen zu dieser Einschaltung der ganze vorangehende unveränderte Theil der Abhandlung tritt, wo der Verfasser nicht einmal die Worte geändert hat: „Die Deutung dieser Cysten ist bis jetzt noch nicht mit genügender Schärfe in der Literatur gegeben worden . . . . . Die richtige Deutung sollte mir jedoch schneller gelingen, als ich gehofft hatte.“ Man sieht, dass Einer mit diesem Mittel jede schon von Anderen gesehene Thatsache zu seiner Entdeckung umstempeln kann, und da hierbei ich der Betroffene bin, so hielt ich es auch für nöthig, diese Taktik öffentlich zu kennzeichnen.

weder die primordialen Gefässe des Xylems schon vorhanden oder ihre Bildung hat noch nicht begonnen. Die eingewanderten Thiere stecken hier einzeln oder zu zwei, drei oder mehr fast immer im Plerom, der Längsachse der Wurzel meist ziemlich parallel. Es beginnt dann in der Strecke, wo die Aelchen sich befinden, eine Zellvermehrung zunächst des Pleroms, wodurch dieses im Längsschnitt ungefähr ebenso elliptisch erscheint, wie die ganze Wurzel an dieser Stelle, und wodurch die Primordialgefässe, wenn sie schon vorhanden waren, nach aussen gebogen oder unregelmässig abgelenkt werden. Sehr bald aber bemerkt man ebendaselbst auch eine gesteigerte Zellbildung im Periblem, indem die Zellen in radialer Richtung sich vermehren, so dass nun auch die Rinde an der Verdickung des Wurzelkörpers sich betheiligt. Wenn zur Zeit der Einwanderung die Primordialgefässe noch nicht entstanden waren, bilden sie sich doch auch zur gewöhnlichen Zeit, aber entsprechend der Dimensionsänderung des Pleroms ebenfalls in verbogener Richtung. Auch die weitere Bildung von Xylemelementen wird in der Wurzelgalle nicht verhindert; es entstehen getüpfelte Elemente verschiedener Weite, aber meist in Form kurzer Zellen, die auf dem Querschnitte der Galle gewöhnlich in verschiedenen Richtungen durchschnitten erscheinen, weil die Xylembündel oft mannigfach verbogen sind. In manchen Fällen, nämlich wenn nur an einer einzigen Stelle im Fibrovasalstrang oder ausserhalb desselben in der Rinde eine *Heterodera*-Cyste sitzt, kann man auch in der Galle Endodermis sowie Phloem- und Xylemgruppen im Fibrovasalstrang unterscheiden, besonders an den vom Parasiten entfernteren Partien des Querschnittes. Sehr häufig aber wird die normale anatomische Differenzirung der Gewebe gestört. Schon der Umstand, dass die eingewanderten Weibchen nach einiger Zeit blasenförmig anschwellen, bewirkt eine Verschiebung des umliegenden Gewebes und die Bildung einer grossen Höhlung, welche nicht selten die Hälfte des Durchmessers des ganzen Fibrovasalstranges beträgt. Das Gewebe rings um diese Höhlungen bleibt ganz oder grösstentheils parenchymatisch und besteht aus dünnwandigen, theilungsfähig bleibenden Zellen; nur manchmal je nach Lage des Aelchens, grenzen stellenweise auch Xylemelemente an die Cyste, ja es kommt vor, dass das Innere eines Holzgefässes, welches dann bedeutend erweitert wird, den Raum der Cyste bildet. Durch die Vermehrung und das Wachsthum der Zellen des parenchymatischen Gewebes wird es dem letzteren möglich, der Ausdehnung des anschwellenden Weibchens zu folgen und Spielraum zu geben, wodurch auch die Galle ihr Volumen vergrössert. Daher geht eben häufig die Differenzirung der Endodermis, sowie von Rinde und Phloem verloren, und die Galle besteht oft nur aus einem eine oder mehrere grosse Cysten umschliessenden theilungsfähigen Parenchym, in welchem der Mitte genähert Xylemgruppen liegen, welche die normale Anordnung mehr oder weniger noch erkennen lassen. Wie das Gewebe in Folge seines Wachsthums immer dicht der Wurmcyste sich anschliesst, so werden dadurch auch die ohnedies engen Eingangskanäle der als dünne schlanke Würmchen einwandernden Parasiten geschlossen; doch deuten manchmal gelbliche homogene Massen zwischen den Zellen, offenbar von den Thieren herrührend, deren Eingangsspuren an.

Man kann zwei jedoch keineswegs scharf geschiedene Formen dieser Gallen unterscheiden. Die eine ist die weitaus gewöhnliche, für die Dicotylen vielleicht allgemein characteristische. Bei ihr ist die Ausdehnung in der Längsrichtung der Wurzel eine geringe, die Form daher mehr die eines ziemlich scharf begrenzten Knöllchens oder Knötchens zu welchem die Wurzel an einem Punkte angeschwollen ist. Diese Gallen erreichen im Allgemeinen nur geringen Umfang; Hanfkorn- bis Erbsengrösse ist das gewöhnlichste Maximum. Wenn aber in eine solche Galle neue Einwanderung von aussen stattfindet oder die in ihr ausgekommenen Jungen gleich in der Galle weiter sich verbreiten und hier zu einer neuen Generation von Cysten sich entwickeln, fährt auch die Galle fort, sich weiter zu vergrössern: wir sehen an anderen, mehr nach der Peripherie zu gelegenen Punkten um die hier sich bildenden Cysten neue Orte meristematischer Gewebebildung auftreten, wodurch die Galle entsprechend an Grösse zunimmt. In den so entstehenden neuen Parenchymmassen differenziren sich nun auch wieder Gruppen von Xylem, den vorhandenen gleich, so dass mit dem weiteren Zuwachs auch eine regellose Durchsetzung der Galle mit Holzbündeln erfolgt. Solche Gallen, in denen mehrere Generationen nach einander sich entwickeln, zeigen auf Durchschnitten ausser den lebenden Weibchen und eierfüllten Cysten auch die schon verlassenen Höhlungen früherer Thiere. Sie können längere Zeit in dieser Weise sich vergrössern und ansehnliche Dimensionen erreichen; z. B. sah ich Wurzelgallen an *Coleus Verschaffeltii*, die ich der gütigen Zusendung Schenk's verdanke, von beinahe Wallnussgrösse. Auf der Fähigkeit dieser Gallen, neues Meristem zu bilden, beruht auch die Neigung derselben, neue Seitenwurzeln hervorzubringen; denn nicht nur, dass sehr häufig wenigstens eine Seitenwurzel daraus entspringt, findet man deren nicht selten 3, 4, 5 und mehr an einer und derselben Galle sitzen. Sie entstehen wie gewöhnlich als eine endogen sich bildende Meristemmasse und durchbrechen das über derselben liegende Gewebe; ihr Fibrovasalstrang tritt mit einer der Xylemgruppen der Galle in Zusammenhang. Eine zweite Gallenform scheint mehr den Monokotylen, nämlich *Dracaena* und, wie aus Carl Müller's Abbildung zu entnehmen ist, *Musa*, eigen zu sein. Bei der unten zu erwähnenden Krankheit der *Dracaenen*, welche durch Wurzelälchen veranlasst wird, sind die Wurzeln auf beträchtliche Längen hin gleichmässiger angeschwollen; sie erscheinen lang-spindelförmig, um das Zwei- bis Dreifache dicker als die gesunden

Wurzeln. Ich finde die Aelchen hier vorzugsweise in der Wurzelrinde rings um den ziemlich unveränderten Fibrovasalstrang; jene verdickt sich daher, aber nur mässig, und diese Anschwellung verbreitet sich in der Wurzel weiter, indem die Aelchen vorzüglich in der Richtung der Wurzel in der Rinde weiter dringen und zu neuen Cysten werden. Neigung zur Seitenwurzelbildung ist hier, nach gewöhnlicher Monocotylenart, auch an den angeschwollenen Wurzeln nicht zu bemerken. In keinem Falle büsst eine Wurzel durch die Gallenbildung an und für sich die Fähigkeit ein, mit ihrem Vegetationspunkt normal weiter zu wachsen und weiter zu leben. Erst beim Verlassenwerden der Gallen durch die Thiere ergeben sich Störungen, die den Tod der Galle und der Wurzel nach sich zu ziehen pflegen, worüber unten Näheres mitzutheilen ist.

2. Lebensweise des Parasiten.

Aus dem Vorherigen geht hervor, dass die Generationen des Wurzelälchens sich wiederholen können ohne die Nährpflanze zu verlassen, indem die aus den Cysten auswandernden Jungen sogleich in der Wurzel selbst nach anderen Punkten wandern und dort unter weiter fortschreitender Gallenbildung zur nächsten eibildenden Generation werden. Es beschränkt sich dies aber auf diejenigen Pflanzen, wo die Gallen zu solcher Weiterbildung befähigt sind, und jedenfalls auf die perennirenden Pflanzen. Aber auch hier tritt früher oder später der Fall ein, dass die Galle abstirbt und eine Auswanderung der Aelchen nothwendig eintreten muss. Das zeitige Absterben der Gallen ist sogar der gewöhnliche Fall, der namentlich bei unseren Freilandpflanzen zutrifft, wo wir fast immer nur kleine, Hanfkorngrösse selten überschreitende Gallen finden, die immer nach einiger Zeit wieder absterben und von den Parasiten verlassen werden. Entscheidend für das Verhalten der letzteren ist hier zunächst die Dauer der Nährpflanze. Bei den einjährigen Pflanzen ist nothwendig der Aufenthalt in der Wurzel auf eine einzige Vegetationsperiode beschränkt. Bei solchen Pflanzen z. B. *Lactuca sativa*, *Trifolium incarnatum*) finden sich Gallen bis gegen den Schluss der Vegetation in verschiedenen Entwickelungsstadien der Thiere, daher rührend, dass während des Sommers immer neue Einwanderer die Wurzeln befallen. Aber vor Winter sterben die Gallen mit der Pflanze ab, und wenn sie nicht schon vorher ausgewandert sind, werden durch die Verwesung der Wurzeln die Jungen oder auch die noch nicht ausgekommenen Eier in Freiheit gesetzt, die dadurch ihre Entwickelungsfähigkeit nicht einbüssen, da ich aus Eiern, die aus noch lebenden Gallen präparirt waren, auf Objectträgerculturen in blossem Wasser lebende Würmchen züchten konnte. Anders gestaltet sich die Lebensweise des Parasiten an perennirenden Pflanzen (*Trifolium pratense*, *Medicago sativa*, *Carum carvi*, *Cichorium intybus*, *Dipsacus fullonum*, *Berberis vulgaris*). Kurz vor Beginn des Winters aus dem freien Lande ausgehoben, zeigen diese an ihren lebenden Wurzeln eine Menge Aelchengallen in allen Entwickelungsstadien. Darin befinden sich Würmchen, vorwiegend in Form angeschwollener, aber noch nicht trächtiger Weibchen; Cysten mit Eiern sind selten, solche mit Jungen noch viel seltener. In diesem Zustande überrascht sie der Winter. Mit Beginn des März hat sich das Bild schon verändert; es waren milde Winter, in denen die Beobachtungen stattfanden, und dies beweist, dass auch während der kalten Jahreszeit gelinde Witterung den Entwickelungsgang fortschreiten lässt. Man findet jetzt angeschwollene Weibchen, welche bereits Eier enthalten, oder sogar schon Junge, in grösserer Anzahl als vor Winter. Der Frühling beschleunigt nun die Entwickelung rasch: am 1. Mai zeigten sich die meisten vorjährigen Gallen im Absterben begriffen; viele schon von der Würmchenbrut verlassen, andere noch mit den jetzt in ziemlicher Menge vorhandenen jungen Aelchen oder reifen Eiern erfüllt; zugleich aber hatten sich an den neuen Würzelchen schon eine Menge junger Gallen gebildet, in denen eben eingewanderte Aelchen zu finden waren, offenbar die neue Generation, die jetzt bereits wieder ihre Brutplätze zu beziehen im Begriffe war.

Die Frage, welches Schicksal die aus den Gallen befreiten Aelchen im Boden haben, wurde auf folgende Weise beantwortet. Eine Menge der Thiere gelangt, wie aus dem Vorigen sich ergiebt, unzweifelhaft schnell aus den verlassenen Gallen wieder in junge Würzelchen, wenigstens bei mehrjährigen Pflanzen. Vielen, besonders denen aus einjährigen Pflanzen wird das nicht so leicht glücken. Es muss schon a priori angenommen werden, dass die Wurzelälchen eine gewisse Zeit im Boden ohne Parasitismus zu leben vermögen; ja es könnte sogar die Frage aufgeworfen werden, ob sie in anderer Form im Boden als saprophage *Anguillulen* leben. Humus bewohnende Aelchen giebt es: man braucht nur von gutem Boden eine Probe in Wasser vertheilt unter dem Mikroskop zu durchsuchen, so findet man nicht selten solche Thiere. Boden von meinen Freilandculturen, in denen ich Wurzelgallen züchtete, in dieser Weise durchsucht, zeigt zahlreiche lebende und bewegliche *Anguillulen*. Unter diesen lassen sich durch Grössen- und Gestaltsverhältnisse hinlänglich charakterisirt unsere Wurzelälchen leicht herausfinden und von den Erdälchen unterscheiden. Um die etwaigen Beziehungen beider zu einander zu ermitteln, wurden zwei Objectträgerculturen hergerichtet, indem Durchschnitte durch Wurzelgallen, welche *Heterodera*-Eier enthielten, in einen Wassertropfen gebracht wurden. Sehr häufig übertragen sich mit den Schnitten auch einzelne saprophage Erdälchen, welche den Wurzeln äusserlich anhaften. Diese wurde hier aus der einen Cultur sorgfältig ausgelesen, so dass diese nur *Heterodera*-Eier enthielt; in der andern Cultur wurden Erdälchen absichtlich belassen. In beiden Culturen entwickelten sich schon nach wenig Tagen in den Eiern die Embryonen und bald krochen die jungen Wurzelälchen aus, in Menge in der Flüssigkeit, in der nun die Gallendurchschnitte langsam verfaulten, sich verbreitend. In der reinen *Heterodera*-Cultur konnte ich die Wurzelälchen 2 Monate lang in dem Wasser, welches also nur Fäulnissproducte der Schnitte durch die Gallen enthielt, lebend beobachten; bis dahin starben sie allmählich ab; aber sie waren die ursprünglichen wurmförmigen Aelchen geblieben, die sich fortwährend in trägen Schlängelungen durch die Flüssigkeit bewegten, auch ihre morphologischen Eigenschaften nicht verändert zeigten; keine blasenförmig angeschwollenen Thiere waren entstanden, aber auch keine Eier waren abgelegt worden, wie es die Aelchen der Gattung *Anguillula* thun. An der anderen Cultur waren die *Heterodera*-Individuen nach 6 Wochen abgestorben, ebenfalls ohne eine Verwandelung gezeigt zu haben; dagegen waren die saprophagen Aelchen jetzt nicht nur noch am Leben, sondern in üppiger Entwickelung; ihre Anzahl war bedeutend vermehrt, es waren von ihnen Eier, etwa halb so gross als die *Heterodera*-Eier sind, in die Flüssigkeit abgelegt worden und darin Embryonen in verschiedener Entwickelung. Die saprophagen Aelchen gehören hiernach zur Gattung *Anguillula*. Ferner habe ich in einer mit ausgeglühtem reinen weissen Quarzsand erfüllten Krystallisirschale auf die Oberfläche des mit destillirtem Wasser angefeuchteten Sandes durchschnittene Aelchengallen ausgelegt, und das Ganze vor Austrocknen geschützt, stehen lassen. Schon nach 5 Tagen fanden sich im Sand aus den Gallen ausgewanderte lebende Wurzelälchen; auch saprophage *Anguillulen* wurden gefunden. Nach 2 Wochen liess sich eine weitere Wanderung der Wurzelälchen im Boden constatiren; aber in der Folge wurden sie immer seltener gefunden und nach 2 Monaten glückte es auch bei Durchsuchung vieler Proben des Sandes nicht mehr sie zu finden; erst als der Boden des Glasgefässes unter der 2 *cm* dicken Sandschicht untersucht wurde, fanden sich hier die Wurzelälchen in Menge angesammelt, viele noch in ihren trägen Bewegungen, viele aber auch starr, anscheinend todt. Dagegen waren die saprophagen *Anguillulen* in allen Schichten des Sandes von der Oberfläche bis zum Boden gleich häufig und lebend anzutreffen. Dies deutet darauf hin, dass die im Boden sich verbreitenden Wurzelälchen positiv geotaktisch[1] sind. Besondere Versuche auf genau horizontal gestellten Objectträgern auf einem zitterfreien Tische meines Instituts bei einseitiger Beleuchtung ergaben, dass die Thiere nicht phototaktisch sind. Die positive Geotaxie erscheint als eine vortheilhafte Anpassung an die Lebensbedürfnisse dieser Thiere, welche nach dem Verlassen ihrer Gallen an der inzwischen nach unten weiter gewachsenen Wurzel am sichersten eine für ihre weitere Entwickelung, d. h. für die Gallenbildung, geeignete Wurzelpartie finden. So erklärt sich auch, warum man bei tiefwurzeligen Pflanzen die Aelchengallen auch noch in grösserer Tiefe findet (z. B. bei *Onobrychis sativa* noch bei 33 *cm* unter der Bodenoberfläche). Die vorstehenden Versuche zeigen, dass das Wurzelälchen nicht ein parasitischer Zustand der Bodenälchen, sondern ein Wesen sui generis ist, welches allerdings nach der Auswanderung aus der Galle eine Zeit lang im Boden zu leben vermag, wie die echten Bodenälchen, vielleicht, dass es sich dabei saprophag ernährt, vielleicht und wahrscheinlicher aber, dass es in dieser Zeit gar keine Nahrung zu sich nimmt, und welches jedenfalls zur sexuellen Fortpflanzung erst dann gelangt, wenn es als gallenerzeugender Parasit in der Pflanzenwurzel lebt, andernfalls nach einer gewissen Zeit zu Grunde geht.

---

[1] Vergl. den Aufsatz von Frank-Schwarz im vorigen Hefte dieser Berichte.

3. Uebergang des Parasiten auf verschiedene Nährpflanzenspecies.

Ich habe schon in meiner vorläufigen Notiz in den Sitzungsberichten des botanischen Vereins der Provinz Brandenburg betont, dass die specifische Identität der auf so verschiedenen Nährpflanzen gefundenen Wurzelälchen, namentlich auch derjenigen des Kaffeebaumes in Brasilien, die so wesentlich andere Folgen für die Nährpflanze haben sollen, als es bis dahin bei unseren einheimischen Pflanzen der Fall zu sein schien, keineswegs als erwiesen zu betrachten sei, besonders wenn wir uns an die Beschränkung der meisten anderen cecidienbildenden Thiere auf eine oder wenige nahe verwandte Pflanzenspecies erinnern. Ganz ungerechtfertigt war es, wenn Carl Müller[1]) sagte, das Vorkommen der *Heterodera radicicola* müsste für Europa und Brasilien für erwiesen gelten. Es ist selbstverständlich, dass diese Frage nur durch Infectionsversuche entschieden werden kann.

Zur Beantwortung dieser Frage habe ich auf zwei Wegen Erfahrungen gesammelt. Erstens durch Culturen im Grossen. Als mein Versuchsgarten auf einem bis dahin lange Jahre unbenutzten, nur mit Gräsern und vielen krüppelhaften, strauchförmigen *Pyrus communis* bewachsenen Stück Land eingerichtet wurde, zeigten die Wurzeln dieser Birnbäume beim Ausroden zahlreiche Wurzelgallen mit *Heterodera radicicola*. Auf diesen Boden kam nach tiefer Umrajolung kein fremder Boden nur frischer Kuhdung, so dass eine Einwanderung anderer Wurzelälchen kaum anzunehmen war. An vielen der nun hier angebauten Pflanzenarten, die sich vorher nicht auf dem Boden befunden hatten, nämlich auf *Trifolium pratense*, *T. incarnatum*, *Medicago sativa*, *Onobrychis sativa*, *Ornithopus sativus*, *Carum carvi*, *Daucus carota*, *Cucumis sativus*, *Dipsacus fullonum*, *Cichorium intybus*, *Lactuca sativa*, *Balsamina hortensis*, *Beta vulgaris*, *Berberis vulgaris* erschienen jetzt dieselben Wurzelgallen

---

1) l. c. p. 15.

mit *Heterodera*, und es war dann immer leicht, durch neue Einsaat der dafür empfänglichen Species neue Wurzelgallen zu ziehen. So weit als sich überhaupt solche Versuche im Grossen beweiskräftig machen lassen, berechtigt dieser Erfolg zu der Annahme, dass die auf den verschiedenartigen Pflanzen erschienenen Aelchen von den ursprünglich in den Birnenwurzeln lebenden abstammten. Noch überzeugender konnte ich den Uebergang von einer Nährspecies auf andere durch Versuche im Kleinen mit einzelnen Pflanzen in Blumentöpfen nachweisen. Nachdem ich mich überzeugt hatte, dass an den in meinem Warmhause cultivirten älteren Kaffeepflanzen Wurzelgallen nicht zu finden waren, liess ich eine grössere Anzahl Kaffeebohnen einzeln in Töpfen aussäen. Als die Pflanzen ein Jahr alt waren wurden sie ausgetopft; ihre Wurzeln zeigten sich gut entwickelt und ohne Gallen. Jetzt, am 10. October, wurden die Kaffeebäumchen wieder in die Töpfe eingepflanzt, und zwar eine Anzahl ohne inficirt zu werden; den anderen wurde etwas von gallentragenden Wurzeln anderer Pflanzen mit in die Erde gegeben, und zwar von *Trifolium pratense* und *Lactuca sativa* aus dem freien Lande und von *Dracaena rosea,* die ich mit *Heterodera*-Wurzelgallen um diese Zeit erhalten hatte. Nach 5 Wochen ergab eine vorläufige Prüfung, dass namentlich von den Kleewurzeln und auch von den *Dracaena*-Wurzeln Infection erfolgt war; es konnten an den Kaffeewurzeln mehrfach angeschwollene Stellen erkannt und in denselben eingewanderte Aelchen von wurmförmiger, noch nicht angeschwollener Gestalt nachgewiesen werden. Am 5. März wurde der Versuch beendet, die Kaffeebäumchen behufs Untersuchung ihrer Wurzeln ausgetopft und von der Erde befreit. Jedes Individuum in den sechs Töpfen, die mit Kleegallen inficirt worden waren, zeigte Wurzelgallen von eben begonnenen Anschwellungen an bis Hanfkorngrösse, manche in ziemlich grosser Anzahl; darin waren die mehr oder weniger angeschwollenen *Heterodera*-Weibchen zu finden. Der Bau der Gallen war derselbe wie an anderen Pflanzen, entsprechend der von Jobert früher gegebenen Beschreibung derjenigen in Brasilien. Die Infection, die ich in zwei Töpfen mit Wurzelgallen von *Lactuca sativa* gemacht hatte, war nicht gelungen, was wohl daraus zu erklären ist, dass im October, wo der Versuch angestellt wurde, aus den Wurzeln dieser einjährigen Pflanzen die Aelchen schon ausgewandert sein mochten. In den 10 Töpfen aber, welche nicht inficirt worden waren und während der ganzen Zeit neben den übrigen gestanden hatten und ihnen gleich behandelt worden waren, liess sich auch nicht eine einzige Wurzelgalle auffinden. Durch diese Versuche dürfte die specifische Identität des Wurzelälchens auf den verschiedensten Pflanzen und in den verschiedensten Ländern hinreichend erwiesen sein.

4. Einfluss auf die Pflanze.

Wenn wir nur das Schicksal der einzelnen *Heterodera*-Galle berücksichtigen, so darf der Einfluss des Parasiten im Allgemeinen als ein und derselbe angesehen werden: nach einiger Zeit stirbt das Gewebe der Galle unter Bräunung, Weich- und Fauligwerden ab; es tritt dies namentlich zu der Zeit ein, wo die Jungen in den Cysten sich entwickeln; die mechanischen Störungen, die das dann erfolgende Auswandern der Thiere aus der Galle bedingt, befördern diesen Process rasch. Bei den einjährigen Pflanzen fällt dies ziemlich mit der Zeit des Absterbens der Wurzel überhaupt zusammen, und man wird daher hier eine wesentliche Störung der ganzen Pflanze kaum erwarten können. Anders bei den perennirenden Gewächsen, denn hier sterben an dem lebend bleibenden Wurzelkörper die Gallen ab, und es entsteht die Frage, was dies für den ersteren für eine Folge hat. Am Klee und anderen perennirenden Freilandpflanzen findet man bei Beginn des Frühlings die aus dem Vorjahre stammenden, jetzt mehr oder minder verlassenen Wurzelgallen zum grössten Theil gebräunt und im Absterben begriffen. Fast immer wird dadurch das auf die Galle folgende untere Stück der Wurzel in Mitleidenschaft gezogen es ist in der Regel ebenfalls todt. Das Gleiche ist gewöhnlich auch mit denjenigen Seitenwurzeln der Fall, welche, wie oben erwähnt, gerade aus den Gallen in besonderer Menge zu entspringen pflegen. An solchen gebräunten Gallen oder Wurzeln sitzen aber bisweilen auch noch lebende Seitenwurzeln, die wohl deshalb noch eine Zeit lang functioniren, weil der Fibrovasalstrang der Mutterwurzel, durch seine Schutzscheide geschützt, dem Absterben der peripherischen Wurzelgewebe einige Zeit widersteht. Es ist hiernach selbstverständlich, dass das Wurzelsystem einer perennirenden Pflanze um so stärker gestört werden muss, je zahlreichere Gallen es trägt. Da ich früher nur Pflanzen gesehen hatte, die in mässigem Grade mit Wurzelgallen behaftet waren, so konnte ich auch in meiner vorläufigen Mittheilung nur berichten, dass ein merkbar schädlicher Einfluss auf die Nährpflanze sich nicht gezeigt habe. Inzwischen habe ich aber in meinen Culturen bemerkt, dass stark mit Wurzelgallen behaftete Pflanzen von Rothklee und Kümmel, besonders im zweiten Jahre, merklich kümmerlicher sich entwickeln, und ich glaube darnach, dass unter den verschiedenen Ursachen derjenigen Erscheinungen, die man als Müdigkeit des Bodens gewissen Pflanzen gegenüber bezeichnet, unter Umständen auch der in Rede stehende Parasit eine Rolle spielen dürfte. Ein Umstand aber, der die meisten unserer Culturpflanzen selbst bei hochgradigem Befallensein doch vor gänzlichem Eingehen schützt und den schädlichen Einfluss wieder mehr oder minder paralysirt, ist die grosse Regenerationsfähigkeit ihres Wurzelsystems, die in der Leichtigkeit beruht, mit welcher an jedem beliebigen Punkte einer lebenden Wurzel neue Seitenwurzeln getrieben werden können und wodurch ein Verlust dieser Organe sich schnell wieder durch Neubildung aus den gesunden Partien älterer Wurzeltheile ersetzt. Diese Fähigkeit ist aber den Pflanzen in sehr ungleichem Grade verliehen, und darauf beruhen hauptsächlich die ungleichen Folgen, welche dieser Parasitismus für verschiedene Pflanzen hat, namentlich die grosse Gefährlichkeit der Wurmkrankheit für die *Dracaenen.* Unter diesen Gewächshauspflanzen hat sich in der letzten Zeit eine Krankheit gezeigt, wobei sie aufhören zu treiben und ihre Blätter von unten an allmählich absterben. Professor Wittmack und ich fanden in solchen hierher eingesendeten Pflanzen die Wurzelälchen in Menge in den spindelförmig angeschwollenen Wurzeln, welche in Folge dessen nach kurzer Zeit vollständig abstarben. Wie die meisten Monokotylen, so haben auch die *Dracaenen* ein Wurzelsystem, welches nur aus einer Anzahl aus dem im Boden befindlichen unteren Stammende entspringender Wurzeln besteht, die sehr geringe Neigung zur Verzweigung haben, daher meist einfach sind, und wenn sie verloren gegangen sind, nur durch eine neue Wurzelbildung vom Stamme aus ersetzt werden können. So zeigte sich denn auch hier, da fast jede Wurzel befallen war, nach kurzer Zeit beinahe das ganze Wurzelsystem verloren; die Pflanzen machten zum Theil Anstrengungen, aus dem an der Oberfläche des Bodens und darüber befindlichen Stammstücke neue Wurzeln zu entwickeln, was sie sonst nicht thun; es war dies aber nicht hinreichend, sie vom Tode zu retten. Wir hätten an diesen beiden Arten von Pflanzen ungefähr die beiden extremen Fälle der Folgen, welche die Wurzelgallenkrankheit haben kann, und wir begreifen, dass es daher auch Erscheinungen geben wird, welche beide Extreme verbinden. Es ist wohl denkbar, dass auch Dicotylen trotz ihrer im Allgemeinen grossen Regenerationsfähigkeit der Wurzeln stärker zu leiden haben, z. B. wenn die Wurzeln der einen Art gegen locale Beschädigungen empfindlicher sein sollten als die einer anderen. So war es mir auffallend, dass die Wurzelgallen, welche ich an meinen Kaffeebäumchen durch Infection hervorgerufen hatte, viel schneller braun wurden als es an anderen Pflanzen der Fall zu sein pflegt; man konnte vielfach Wurzeln finden, an denen gerade nur die Galle gebräunt war, während die ganze übrige Wurzel noch weiss und gesund erschien. Auch an einem Exemplar von *Plectranthus*, dessen Wurzeln mit *Heterodera*-Gallen behaftet waren, bemerkte ich ein von den Gallen ausgehendes rasches Absterben der Wurzeln, welches bald so allgemein wurde, dass die Pflanze zu welken begann. Sicher haben aber auf den ungleichen Ausgang der Wurzelgallenkrankheit auch secundäre Processe, mit denen dieselbe sich compliciren kann, Einfluss. Die Fäulniss, welcher die Gallen zu gewisser Zeit anheimfallen, lockt verschiedene saprophyte Organismen herbei, welche dann die Zerstörung beschleunigen und verbreiten können. In den fauligwerdenden Gallen findet man sehr häufig Mycelium-Fäden, die unzweifelhaft saprophyten Pilzen angehören. Auch thierische Organismen betheiligen sich dann an dem weiteren Zerstörungswerk; insbesondere erscheinen dann bisweilen jene saprophagen *Anguillulen*, welche in allerhand im Boden faulenden vegetabilischen Resten so gern sich einfinden. Selbst Complication mit Parasiten anderer Art dürfte nicht ausgeschlossen sein; so zeigte sich in den Wurzeln meiner cultivirten Kaffeebäumchen stellenweise eine nicht näher zu bestimmende Saprolegniacee, welche besonders im Rindeparenchym, unter Erfüllung der Zellen mit verschlungenen Schläuchen, ohne Gallenbildung eine Tödtung des Gewebes bewirkte und welche sich auch in einigen Wurzelgallen nachweisen liess. Auch Jobert hat ja in seinem Berichte über die Wurzelgallenkrankheit der Kaffeebäume in Brasilien erwähnt, dass verschiedene Pilze in den absterbenden Gallen sich einnisten, und es ist daher wohl denkbar, dass bei dem besonders verderblichen Ausgange, den diese Krankheit dort an einigen Localitäten genommen hat, vielleicht solche secundäre Processe eine Rolle mit gespielt haben.

Pflanzenphysiologisches Institut der landwirthschaftl.
Hochschule zu Berlin.

Sitzung vom 25. April 1884.

Vorsitzender: Herr A. W. Eichler.

Zu ordentlichen Mitgliedern werden proklamirt die Herren:

Müller, Baron Ferdinand von, Regierungsbotaniker in Melbourne (Australien).
Weinzierl, Dr. **Th.** Ritter **von** in Wien.
Mayr, Dr. **Heinrich** in München.
Falkenberg, Professor Dr. in Göttingen.
Koch, Apotheker in Göttingen.

Zu ausserordentlichen Mitgliedern werden proklamirt die Herren:

Vonhöne, Dr. **H.** in Papenburg.
Osterwald, Carl in Berlin.

Als ordentliche Mitglieder werden vorgeschlagen die Herren:

Hugo Lojander, Apotheker in Toijala, Finland (durch Eggers und Vigener).
Dr. **Paul Blenk** in München (durch Radlkofer und Eichler).
Dr. **Prescher** in Zittau, Johannisstr. 14 (durch Zimmermann und Westermaier).

Als ausserordentliches Mitglied wird vorgeschlagen:

Herr Dr. **Rudolf Marloth** in Capstadt (Afrika), Chemische Fabrik von Wentzel und Schleswig (durch Ascherson und Eichler).

Neu eintretenden Mitgliedern wird Band I der Berichte gegen an den Schatzmeister, Herrn Otto Müller, Berlin W., Wilhelmstr. 91, zu bewirkende Einsendung von *M* 12 portofrei nachgeliefert.

Mittheilungen.

23. Hans Molisch: Ueber die Ablenkung der Wurzeln von ihrer normalen Wachsthumsrichtung durch Gase (Aërotropismus).

(Vorläufige Mittheilung.)

Eingegangen am 28. März 1884.

Das Bewegungsvermögen der Wurzel hat seit Langem die Aufmerksamkeit der Physiologen in Anspruch genommen. Aus den vielfachen Untersuchungen über Wurzelbewegungen geht hervor, dass die Reaktionsfähigkeit dieses Organs äusseren Kräften gegenüber eine ausserordentliche ist — ja man kann, ohne Gefahr zu laufen der Uebertreibung geziehen zu werden, behaupten, dass kein Organ der Pflanze hinsichtlich seiner Bewegungen von so vielen äusseren Faktoren beeinflusst wird, wie gerade die Wurzel. Durch die folgenden Zeilen wird das Gesagte vom Neuen bestätigt werden, denn ich werde zeigen, dass auch Gase gleich der Schwerkraft, dem Licht etc. die Wurzel zu ganz bestimmten Wachsthumsbewegungen veranlassen können.

Obwohl meine Untersuchungen über den eben bezeichneten Gegenstand noch keinen Anspruch auf Vollständigkeit machen und auch keineswegs als abgeschlossen zu betrachten sind, so haben sie doch schon solche Resultate ergeben, die zur Veröffentlichung reif sind. Dies soll nun hier in knappen Umrissen geschehen, eine ausführliche von Tafeln begleitete Publikation meiner diesbezüglichen Beobachtungen wird später in den Sitzungsberichten der kaiserl. Akademie der Wissenschaften zu Wien erscheinen.

I.

Ueber eigenthümliche Krümmungsbewegungen von Zea-Wurzeln im Wasser.

Befestigt man junge etwa 3—5 Tage alte *Zea*keimlinge derart oberhalb eines Wasserniveaus, dass die Wurzeln derselben unter verschiedenen Winkeln (z. B. unter 45°) den Wasserspiegel gerade mit der äussersten Spitze treffen und sorgt man ferner dafür, dass die über dem Wasser befindlichen Keimlingstheile sich im finsteren und dunstgesättigten Raum befinden, so kann man folgendes beobachten: die Wurzeln dringen zuerst geotropisch ins Wasser ein und vollführen dann, die geotropische Krümmung oft ganz ausgleichend und von der Schwerkraft augenscheinlich gar nicht beeinflusst, unter Wasser entweder ganz unregelmässige, nach den verschiedensten Richtungen orientirte Krümmungen oder sie wenden sich wieder aufwärts, erreichen den Wasserspiegel und wachsen nunmehr viele Centimeter entweder gerade oder in einer undeutlich ausgesprochenen sehr flachen Wellenlinie an der Grenze zwischen Luft und Wasser weiter.[1]) Auch der Fall kommt gar nicht selten vor, dass ein und dieselbe Wurzel zuerst unter Wasser unregelmässige Krümmungen ausführt und dann erst dem Wasserspiegel zueilt, um an demselben horizontal weiter zu wachsen. Mitunter erhebt sich die Wurzel sogar über die Wasseroberfläche, dringt bis zu mehreren Centimetern schief in die feuchte Luft vor und wächst dann im flachen Bogen wieder dem Wasser zu.

Die vorhin erwähnten unregelmässigen Krümmungen, welche *Zea*wurzeln im Wasser aufweisen, sind oft von auffallender Art: halbkreis-schleifen-schrauben-knieförmige sind gar nichts Seltenes. Diese Krümmungsbewegungen treten nur dann auf, wenn die Wurzeln sich nicht sehr tief unter der Wasseroberfläche befinden; operirt man mit längeren etwa 10 *cm* langen Wurzeln und taucht man sie möglichst tief ein, so wachsen sie zumeist in der ihnen gegebenen Richtung weiter, Krümmungen, wie wir sie soeben beschrieben, beobachtet man unter diesen Umständen nur in den seltensten Fällen. Desgleichen unterbleiben sie, gleichgültig ob die Wurzeln sich in höheren oder tieferen Wasserschichten befinden, sobald man die Wurzelspitze in einer Ausdehnung von 1 *mm* durch einen möglichst queren Schnitt abträgt.

So leicht es ist, diese eigenthümlichen Nutationen an *Zea*wurzeln hervorzurufen, so schwierig ist es, die Ursachen derselben aufzufinden. Sobald man auf die Ursachen dieser Krümmungen eingeht, ist es zweckmässig zu unterscheiden, zwischen den sich im Wasser vollziehenden ganz unregelmässigen Nutationen und dem mehr minder horizontalen Verlauf an der Oberfläche des Wassers. Die Ursache dieser beiden Erscheinungen ist meiner Ansicht nach verschieden. Warum die Wurzel unter Umständen im Wasser in so auffallender Weise nutirt, darüber lässt sich vorläufig nichts Bestimmtes aussagen. Es liegt zwar die Vermuthung nahe, dass Bakterien (auch Pilze und Infusorien finden sich mitunter vor), die sich nach und nach in der Umgebung der abgestossenen und durch Schleimmasse zusammengehaltenen Wurzelhaubenzellen anhäufen, die Wurzel in irgend einer Weise beeinflussen und hierdurch Krümmungen veranlassen, allein man wird in dieser Vermuthung nicht bestärkt, sobald man erwägt, dass die eigenthümliche Wachsthumsweise der *Zea*wurzel sich oft bereits nach einem halben Tag

---

1) Dieselbe Erscheinung lässt sich auch an Erbsen- und Gerstenwurzeln allein in minder schöner Weise beobachten.

einstellt, also zu einer Zeit, wo eine erhebliche Ansammlung von Bacterien gewiss noch nicht stattgefunden hat.

Was dagegen den horizontalen Verlauf der *Zea*wurzel an der Grenze zwischen Luft und Wasser anlangt, so halte ich dafür, dass der hohe Sauerstoffgehalt der obersten Wasserschichten und der der angrenzenden Atmosphäre die Wurzel bestimmt am Wasserspiegel weiter zu wachsen. Die obersten Schichten einer mit Luft in Berührung stehenden Wassersäule werden zuerst mit Sauerstoff gesättigt sein. Hier wird auch der von der Wurzel verathmete Sauerstoff aus der Luft rasch und leicht ersetzt werden können, ganz im Gegensatze zu den tieferen Schichten, da dieselben von der Sauerstoffquelle verhältnissmässig weit entfernt sind und die Diffusion der Gase durch Flüssigkeiten eine äusserst langsame ist.

Da die Wurzel, sobald sie von unten emporwachsend in den Bereich des Wasserniveaus gelangt, ihre Richtung aufgiebt und nun horizontal weiter wächst, so kam ich auf die Vermuthung, dass sie des grösseren Sauerstoffgehaltes wegen weder ihrer früheren Richtung noch der Richtung der Schwere folgt, sondern am Wasserspiegel weiter wächst. Wäre diese Vermuthung richtig, dann müsste die Wurzel für Sauerstoffdifferenzen empfindlich sein. Dieser Gedanke ist der Ausgangspunkt der folgenden Untersuchungen gewesen, denn er hat mich bestimmt, die Frage zu prüfen, ob die Wurzel durch räumlich ungleichmässige Vertheilung des Sauerstoffs und anderer Gase zu Krümmungsbewegungen veranlasst werden kann oder nicht.

Bevor ich jedoch an die Schilderung der diesbezüglichen Versuche gehe, muss ich noch kurz den Ciesielski'schen Versuch[1]) besprechen, wonach eine nur mit einer Kante horizontal aufs Wasser gelegte *Zea*wurzel in einer sehr deutlichen Wellenlinie an der Oberfläche weiter wachsen soll. Ich habe zu wiederholten Malen diesen Versuch, und zwar ganz so, wie ihn Ciesielski angiebt, eingeleitet, habe aber niemals die Wurzel eine so prägnante Wellenlinie bilden sehen. Es ist allerdings richtig, dass eine in der angegebenen Weise aufs Wasser gebrachte Wurzel sich aufwärts erhebt[2]) und dann geotropisch abwärts wachsend das Niveau wieder erreicht. Damit ist zwar schon der erste Wellenberg geschaffen, allein von nun an wiederholt sich dieses Spiel gewöhnlich nicht mehr, da die Wurzel, wofern sie nicht ins Wasser eindringt, an der Grenze zwischen Luft und Wasser oft so lange gerade weiter wächst, bis sie meist in Folge des allzugrossen Eigengewichtes tiefer hinabsinkt. Höchst wahrscheinlich ist es auch hier wieder der Sauerstoffreichthum der obersten Wasserschichten und der der atmosphärischen Luft, welcher den horizontalen Verlauf der Wurzel am Wasserspiegel bedingt.

---

[1]) Untersuchungen über die Abwärtskrümmung der Wurzel, in Cohn's Beitr. zur Biologie d. Pflanzen. I. Bd. II. Heft. p. 25.

[2]) Dass diese Aufwärtskrümmung eine einfache Turgorkrümmung ist, zeigte zuerst Sachs (Arbeiten des Würzburger Institutes. Bd. I, 3. Heft, p. 397). — Einen schlagenden Beweis dafür, dass diese Krümmung auf einer einseitigen Erhöhung des Turgors und nicht auf Wachsthum beruht, brachte auch Wiesner. Vergl. Bewegungsvermögen der Pflanzen. Wien 1881. p. 32.

II.

Versuche mit Sauerstoff.

Es sollte zunächst die Frage entschieden werden, ob eine Wurzel, welcher an zwei entgegengesetzten Seiten verschiedene Mengen von Sauerstoff geboten werden, von ihrer normalen Wachsthumsrichtung abgelenkt wird oder nicht. Um diese Bedingung herzustellen, verfuhr ich gewöhnlich auf folgende Weise.

Ein cylindrisches, ziemlich weithalsiges Glasgefäss (700 *cm*^{3} Inhalt 6 *cm* Oeffnungsweite) wurde in der pneumatischen Wanne mit reinem Sauerstoffgas gefüllt und sodann möglichst rasch mit einer Platte aus Hartkautschuck verschlossen. Die Platte besass 1—2 Oeffnungen in Form von (2 *cm* hohen, 1,5—2 *mm* breiten und ebenso tiefen) Spalten, welche die Aufgabe hatten, die Verbindung zwischen dem Innern des Glasgefässes (Sauerstoff) und der atmosphärischen Luft zu vermitteln. — Bevor die Füllung und der Verschluss des Gefässes hergestellt wurden, suchte ich aus einer grossen Zahl von im Sägemehl (vertikal) gezogenen *Zea-* oder *Pisum*keimlingen solche heraus, deren Wurzeln etwa 1,5—3 *cm* lang und möglichst gerade waren. Die Mayskörner und die Cotylen der Erbsen wurden in nasse Baumwolle eingehüllt und mittelst Stecknadeln auf einem am Glashalse angesiegelten Kork derart befestigt, dass die Wurzeln in einer Ausdehnung von 6—10 *mm* ganz knapp vor den Spalten hingen[1]). Es ist wohl kaum nothwendig zu bemerken, dass besonders die letzte Operation sehr rasch ausgeführt werden muss, da sonst zuviel Sauerstoff durch die Spalten hinausdiffundiren und die Sauerstoffdifferenzen in der Umgebung der Wurzel demgemäss zu gering ausfallen würden.

Sobald die Keimlinge in der angegebenen Weise befestigt waren, legte ich das Glasgefäss auf einer glasirten Thonschale so horizontal nieder, dass die Spalten der Hartkautschuckplatte vertikal standen. Unmittelbar vor denselben befanden sich, die Spitzen nach abwärts gerichtet, die Wurzeln. Ueber das Glasgefäss stürzte ich eine an ihrer Innenseite mit nassem Filterpapier ausgekleidete grosse Glasglocke (Inhalt 6½ *l*) und sperrte das Ganze durch eine dünne Wasserschicht ab. Die Versuche verliefen bei Ausschluss von Licht; die Temperatur betrug in der Mehrzahl der Fälle 19—20° C.

---

[1]) Bei Verwendung von Erbsen wurde der Keimling stets so fixirt, dass die Ebene der Sachs'schen Krümmung parallel war der Platte.

Bei dieser Versuchsanstellung musste sich offenbar die dem Spalte zugewandte Wurzelhälfte in einer sauerstoffreicheren Atmosphäre befinden, als die entgegengesetzte. Die Sauerstoffdifferenz zwischen der einen und der anderen Seite musste im Laufe der Zeit eine immer geringere werden und endlich, sobald auf dem Wege der Diffusion ein vollständiger Ausgleich stattgefunden, auf Null sinken. In Uebereinstimmung mit dieser Erwägung steht auch das Verhalten der Wurzeln. Diese wenden sich meist schon innerhalb der ersten 2 Stunden etwas hinein, werden aber alsbald gerade und wachsen sodann von der sauerstoffreicheren Atmosphäre weg. Nach 5—6 Stunden, mitunter noch früher, gewinnt der Geotropismus, offenbar weil die Sauerstoffdifferenz schon zu gering geworden ist, die Oberhand und bringt das Wurzelende wieder in die Vertikale zurück. Hierbei wird die durch den Sauerstoff hervorgerufene Krümmung gewöhnlich weniger deutlich, manchmal sogar ganz ausgeglichen, sodass die Wurzel nach 24 Stunden wieder gerade ist. Die Wurzeln krümmen sich also zuerst etwas in den Spalt hinein, werden gerade und wachsen endlich vom Spalt, beziehungsweise vom Sauerstoff weg. Dies ist die Regel. Es kann jedoch die anfängliche Zukrümmung zum Sauerstoff hinein eine so bedeutende sein, dass die Wurzel durch die Oeffnung in das Gefäss hineingelangt und bei ihrem ferneren Streben, die sauerstoffreiche Luft zu fliehen, die Spalte nicht mehr findet und im Gefässe gewissermassen gefangen bleibt.

Die anfängliche Zukrümmung hat offenbar ihren Grund in dem retardirenden Einfluss der an Sauerstoff überreichen Atmosphäre auf das Längenwachsthum der konkaven Seite. Erst wenn der Sauerstoffgehalt an der dem Spalte zugewendeten Seite auf eine gewisse Grenze herabsinkt, stellt sich auffallenderweise an der anfänglich konkaven Seite ein beschleunigtes Wachsthum ein, wodurch sie nunmehr konvex wird.

Bei den geschilderten Versuchen war stets eine Wurzelhälfte von einer Luftschichte umspült, die mehr Sauerstoff enthielt als die atmosphärische Luft. Es entsteht nun weiter die Frage, wie sich eine Wurzel verhalten würde, wenn sie mit einer Seite an die atmosphärische Luft, mit der entgegengesetzten dagegen an eine sauerstoffarme beziehungsweise stickstoffreiche Atmosphäre grenzen würde? Wenn die Ansicht, die oben über den horizontalen Verlauf der *Zea*wurzeln an einem Wasserspiegel geäussert wurde, richtig ist, dann müsste die Wurzel auf Sauerstoffnoth reagiren und die sauerstoffarme Luft fliehen. Dies geschieht nun in der That. Als ich die geschilderten Versuche dahin abänderte, dass ich das Gefäss nicht mit Sauerstoff füllte, sondern mit einer alkalischen Lösung von Pyrogallussäure ¹) ver-

---

1) Es wurden in der Regel 2 *g* Pyrogallussäure in 80 cm^3 KOH von der Dichte 1,05 aufgelöst.

sah, um der in dem Glasgefäss befindlichen atmosphärischen Luft den Sauerstoff möglichst zu entziehen, krümmten sich die Wurzeln anfänglich gleichfalls etwas hinein, wurden jedoch nach 2 und mehr Stunden gerade und wuchsen sodann von der sauerstoffarmen Seite weg. —

Auch bei diesen Versuchen ist die Sauerstoffspannung an den beiden opponirten Wurzelhälften am Beginne eine sehr grosse. Der Sauerstoffmangel auf der dem Spalte näheren Seite ist so gross, dass diese im Längenwachsthum gegenüber der anderen Seite zurückbleibt und daher konkav wird. Erst später, wenn der Sauerstoffgehalt auf der nunmehr konkaven Seite eine gewisse Höhe erreicht, wächst diese Seite, trotzdem sie noch immer weniger Sauerstoff zur Verfügung hat als die entgegengesetzte, auffallend stärker, wodurch die Wurzel in sauerstoffreichere Luftschichten gelangt.

Da sich die oben ausgesprochene Vermuthung, dass Wurzeln gegen Sauerstoffdifferenzen empfindlich seien, in dem Sinne, dass sie sich von einer sauerstoffarmen[1]) Luft wegkrümmen, als richtig herausgestellt hat, so erscheint es auch ganz begreiflich, warum *Zea-* und andere Wurzeln unter Umständen Tage lang an der Grenze zwischen Luft und Wasser horizontal weiter wachsen.

III.

Versuche mit Kohlensäure.

Nach den im vorhergehenden Abschnitte erwähnten Thatsachen war es nicht unwahrscheinlich, dass auch andere Gase, besonders solche, welche in grösserer Menge geboten auf die Pflanze schädlich einwirken, die Wurzel gleichfalls zu bestimmten Richtungsbewegungen veranlassen. Um diesen Gedanken zu prüfen, führte ich zuvörderst eine grosse Zahl von Experimenten mit CO_2 aus. Von diesem Gas weiss man, dass es Keimlingen gegenüber sich nicht indifferent verhält, sondern denselben geradezu schädlich ist. So wirken nach den Untersuchungen von Böhm[2]) schon 2 pCt. CO_2 in Luft retardirend auf das Längenwachsthum von *Phaseolus*wurzeln, 33 pCt. vollständig hemmend.

Bei einer Versuchsreihe[3]) wurde genau so vorgegangen wie bei den Sauerstoffversuchen, bei einer anderen jedoch mit der Modifikation, dass das mit CO_2 gefüllte Gefäss überdies mit einem Gasometer verbunden wurde, der reine (feuchte) CO_2 enthielt. Zu diesem Zwecke war in die Platte luftdicht eine Glasröhre eingepasst, die durch einen Kautschuckschlauch mit dem Gasometer in Verbindung stand. Jede Minute gingen aus dem letzteren etwa 12 kleine CO_2-Blasen in das Versuchsgefäss. Natürlich musste dafür gesorgt werden, dass die bei den Spalten heraustretende CO_2 sich möglichst rasch auf einen grossen Raum ausbreiten konnte, da sich sonst die CO_2 in der Umgebung der Spalten ansammeln würde, wodurch selbstverständlich keine günstigen CO_2 Differenzen zu Stande gekommen wären. Um also eine zu grosse Anhäufung der CO_2 zu vermeiden, stellte ich das mit den Wurzeln beschickte Gefäss in einen $\frac{1}{2}$ *m* hohen, würfelförmigen Blechkasten, der innen ganz mit nassen Filterpapier ausgekleidet war. Die Wurzel wuchsen in diesem Raume sehr gut und bildeten reichlich Wurzelhaare. Hydrotropische Krümmungen konnten hier, wie überdies direkte Versuche lehrten, nicht störend wirken, da der Raum nahezu vollkommen dunstgesättigt war. Temp. 19—20°.

---

[1]) Die Sauerstoffmenge darf nicht zu klein angenommen werden, weil sonst, wie oben gezeigt wurde, die entgegengesetzte Krümmung erfolgt.

[2]) Sitzungsber. d. kais. Akad. der Wissensch. Wien. Bd. 68, 1. Abth. 1873.

[3]) Bei diesen Versuchen wurde unter die Glasglocke ein Gefäss mit KOH gestellt, um eine Anhäufung von CO_2 zu verhindern.

Die meisten Wurzeln wuchsen innerhalb der ersten (2—3 Stunden) schwach in den Spalt hinein, nach 5—7 Stunden wurden sie gerade und krümmten sich sodann sehr deutlich von den Spalten, denen die Kohlensäure entströmte, weg. Nach 20—24 Stunden — so lange dauerte gewöhnlich der Versuch — waren die Wurzeln gewöhnlich sehr auffallend von der Platte weggekrümmt. Es veranlasst demnach, wenn man von der anfänglichen schwachen Zukrümmung absieht, eine in der unmittelbaren Umgebung der Wurzel an zwei opponirten Seiten statthabende CO_2differenz eine Wegkrümmung von der CO_2reicheren Luftschicht. — Dass die Wurzeln (*Zea*, *Pisum*) sich am Beginne des Versuchs gerade entgegengesetzt verhalten und sich schwach in den Spalt hineinkrümmen, hat offenbar seinen Grund in den zu dieser Zeit noch viel zu hohen CO_2gehalt jener Luftschicht, welche die dem Spalte zugewandte Wurzelhälfte umgiebt. Dieser zu grosse CO_2 gehalt retardirt das Längenwachsthum der einen Wurzelseite gegenüber der anderen; indem die der CO_2quelle nähere Seite schwächer wächst im Vergleiche zur entgegengesetzten kommt die Krümmung zu Stande. Für die Richtigkeit dieser Erklärung spricht auf Deutlichste der Umstand, dass eine Wurzel, welche die Zukrümmung schon vollführt hat und dann gerade geworden ist, diese Krümmung neuerdings ausführt, wofern man dieselbe wieder vor das frisch gefüllte Versuchsgefäss bringt. Erst wenn die CO_2menge auf eine (leider nicht bestimmbare) Grenze gesunken ist, wächst die der Spalte zugewandte Seite stärker als die entgegengesetzte, die erstere wird konvex, die letztere konkav. Sobald die Wurzel durch diese Wegkrümmung in eine Region gelangt, wo ungünstige oder gar keine CO_2differenzen herrschen, tritt der Geotropismus wieder in seine Rechte und bringt die Wurzel wieder nach und nach in die lothrechte Richtung zurück.

Auch die anderen Versuche, bei denen das Gefäss einfach mit CO_2 gefüllt wurde, ohne mit dem Gasometer in weiterer Verbindung zu bleiben, gaben ganz befriedigende Resultate, nur war es bei dieser Art der Versuchsanstellung zumeist nöthig, nach etwa 6 Stunden das Gefäss nochmals mit CO_2 zu füllen, worauf die Wurzeln wieder möglichst rasch vor die Spalten gebracht wurden. Nach 20 Stunden (vom Beginne des Versuchs an gerechnet) war sodann in der Regel eine prägnante Ablenkung zu constatiren. —

Der bequemeren Ausdrucksweise wegen dürfte es sich empfehlen, die interessante und bisher unbekannte Eigenthümlichkeit der Wurzel, bei einseitiger Einwirkung gewisser Gase ganz bestimmte Richtungsbewegungen zu vollführen, mit einem passenden Worte zu bezeichnen. Ich schlage hierfür den Ausdruck Aërotropismus vor und werde von positiven oder negativen Aërotropismus sprechen, je nachdem sich die Wurzel dem wirksamen Gase zuwendet oder von demselben abwendet.

IV.

Versuche mit Leuchtgas, Lustgas, Chlorwasserstoffsäure, Ammoniak, Chloroform, Aether und Chlor.

Das Verhalten der Wurzel (*Zea*, *Pisum*, *Cucurbita*) den genannten Gasen und Dämpfen gegenüber ist im Wesentlichen dasselbe wie bei Kohlensäure. Werden dieselben den Wurzeln in solchen Mengen geboten, bei welchen noch ganz gutes Wachsthum stattfindet, so wenden sie sich anfänglich in den Spalt der Platte hinein, werden dann vertical und wenden sich hierauf meist energisch weg, wodurch sie dem gefährlichen Gas möglichst entrückt werden.

Allerdings kommt es vor, dass eine oder die andere Wurzel nur die erste Krümmung vollführt und an der Innenseite der Platte zurückbleibt. Allein darüber darf man sich wohl nicht wundern, wenn man bedenkt, dass die Wurzel, an der Innenseite des Spaltes angelangt, nur ein wenig seitlich zu wachsen braucht, um an der Platte für die Herauskrümmung einen unüberwindlichen Widerstand zu finden. Eine solche Wurzel hat sich gewissermassen in einer Falle gefangen und vermag nicht mehr den Ausweg zu finden. — Doch ganz abgesehen davon kann ja auch die einem giftigen Gase zugewendete Seite derartig geschädigt werden, dass schon aus diesem Grunde die Wegkrümmung unterbleibt. Will man daher den negativen Aërotropismus der Wurzeln bei diesen Gasen zur Anschauung bringen, so darf man nicht zuviel davon in das Versuchsgefäss hineingeben.

Bei Leucht- und Lustgas braucht man nicht gerade sparsam sein, das Wegwenden der Wurzeln tritt auch dann schön ein, wenn man das Gefäss vollständig mit einem dieser Gase füllt. Anders jedoch bei den übrigen Gasen. Giebt man beispielsweise nur einen einzigen Tropfen konzentrirten NH_3 in das Gefäss, so sterben die vor den Spalten hängenden Wurzeln binnen kurzer Zeit ab. Vermengt man dagegen nur eine Spur ($\frac{1}{4}$ Tropfen) NH_3 mit etwa 25 cm^3 dest. Wasser, so tritt deutlicher negativer Aërotropismus ein.

Auch bei Anwendung von Chlorwasserstoffsäure, Chloroform, Aether und Chlor erwies sich eine Mischung von Wasser mit den genannten Körpern erfolgreich[1]).

Nach den Erfahrungen, die heute über die Darwin'sche Krümmung[2]) vorliegen, war der Gedanke naheliegend, dass die erwähnten Gase die Wurzelspitze einseitig beeinflussen und dadurch die aërotropischen Bewegungen hervorrufen. Zahlreiche Versuche, die ich mit in einer Ausdehnung von 1 *mm* decapitirten Wurzeln anstellte, bestätigten jedoch diese Vermuthung nicht. Als ich Chlor, Kohlensäure und Leuchtgas auf geköpfte **Zea-** und **Pisum**wurzeln einseitig einwirken liess, fand eine zwar schwächere Ablenkung als bei intacten Wurzeln statt, sie war jedoch in der Regel ganz deutlich.

Versuche, welche über die Betheiligung der Spitze beim Aërotropismus Aufschluss geben sollen, müssen in möglichst grosser Anzahl unternommen werden, da geköpfte Wurzeln aus bekannten[3]) und unbekannten Ursachen die mannigfaltigsten Nutationen ausführen. Offenbar treten dieselben mit der aërotropischen Krümmung in Combination und falls sich die letztere nicht mit der nöthigen Energie vollziehen würde, könnten die Nutationen dieselbe geradezu verdecken. Dies ist jedoch keineswegs der Fall, der Aërotropismus behielt im Gegentheil den Nutationen gegenüber die Oberhand.

Im höchsten Grade auffallend ist beim negativen Aërotropismus der Umstand, dass gerade diejenige Wurzelhälfte, welche von dem schädlichen oder giftigen Gase am meisten beeinflusst wird, stärker wächst als die gegenüberliegende. Eine analoge Erscheinung lässt sich bekanntlich auch beim Hydrotropismus der Wurzeln beobachten; auch hier wächst gegen alle Erwartung gerade die stärker transpirirende Wurzelhälfte also die trockenere Seite stärker als die feuchte[4]).

---

[1]) Bei Versuchen mit HCl beispielsweise eine Mischung von 10 cm^3 H_2O und 20 Tropfen konzentrirter HCl.

Bei Versuchen mit Chloroform beispielsweise eine Mischung von 50 cm^3 H_2O und 20 Tropfen Chloroform.

Bei Versuchen mit Aether beispielsweise eine Mischung von 10 cm^3 H_2O u. 4 Tropfen Aether.

Bei Versuchen mit Chlor beispielsweise eine Mischung von 40 *cm* H_2O und 1 bis 2 Tropfen gesättigtem Chlorwasser.

[2]) Vergl. Darwin, Bewegungsvermögen der Pflanzen. Deutsche Uebersetzung. p. 109; ferner Wiesner, Bewegungsvermögen der Pflanzen, p. 139 etc.

[3]) Darwin, l. c. p. 453.

[4]) Vgl. darüber meine „Untersuchungen über Hydrotropismus. Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wiss. Wien 1883. 1. Abth. Juli-Heft, p. 33.

Meine nächste Aufgabe wird es sein zu prüfen, ob nicht auch oberirdische Pflanzentheile (Keimstengel, Sporangienträger der Mucorincen etc.) durch Gase in ihrer Wachsthumsrichtung beeinflusst werden, ferner ob nicht auch die Bewegungen der Bacterien und Schwärmsporen durch Gase bestimmt werden können. Nach den schönen Untersuchungen von **Engelmann**[1]) über die active Bewegung der Bacterien zum Sauerstoff und ferner nach den jüngst veröffentlichteu interessanten Angaben **Pfeffer's**[2]) „über locomotorische Richtungsbewegungen durch chemische Reize", ist mir eine Beeinflussung der Bacterien und Schwärmsporen durch verschiedene Gase mit Rücksicht auf ihre Bewegungen mehr als wahrscheinlich.

Bevor ich schliesse, fühle ich mich gedrängt, meinem hochverehrten Lehrer, dem Herrn Professor Dr. J. **Wiesner**, für die vielfachen Rathschläge, die er mir bei meiner Arbeit zu ertheilen die Güte hatte, vielmals zu danken.

Pflanzenphys. Institut der k. k. Wiener Universität.

24. Paul Terletzki: Ueber den Zusammenhang des Protoplasmas benachbarter Zellen und über Vorkommen von Protoplasma in Zwischenzellräumen.

Eingegangen am 5. April 1884.

Durch **Tangl**[3]), **Gardiner**[4]), **Hillhouse**[5]) und **Russow**[6]) ist nachgewiesen worden, dass in dem Parenchym verschiedener Pflanzentheile (Endosperm, Pulvinus, Rinde etc.) bei einer Anzahl der ver-

---

1) **Pflüger's** Archiv f. Physiologie 1882. Bd. 30 und Bd. 26.

2) Untersuch. aus d. bot. Instit. zu Tübingen. I. Bd. 3. Heft.

3) **Tangl**, in den Jahrb. f. wiss. Bot. XII. p. 170—190.

4) **Gardiner** in: Quart. Journ. Micr. Soc. — Oct. 1882.
Roy. Soc. Proc. — Nov. 1882.
Roy. Soc. Proc. — April 1883.
Roy. Soc. Proc. — Dec. 1883.
Ferner in den Arbeiten d. botan. Instituts zu Würzburg. Bd. III. Heft 1. 1884.

5) **Hillhouse**, Bot. Centralblatt XIV, 3 und 4.

6) **Russow**, Ueber den Zusammenhang der Protoplasmakörper benachbarter Zellen. — Sitzungsber. d. Dorpater naturf. Gesellsch. — Sept. 1883.

Als zur Literatur über oben genannten Gegenstand gehörig nenne ich noch eine Arbeit von Thomas **Hick**, On protoplasmatic continuity in the Florideae. („Journal of Botany, british and foreign." Vol. XXII, No. 254 and 255. London. February and March 1884).

schiedensten Pflanzen das Protoplasma benachbarter Zellen durch die Wände hindurch mittelst protoplasmatischer Fäden zusammenhängt. Nach den bisherigen Veröffentlichungen zu schliessen, scheinen jedoch alle oben genannten Forscher nur einzelne Organe oder nur Theile von solchen untersucht zu haben. Es scheint mir nun aber von der grössten Wichtigkeit, die ganze Pflanze daraufhin systematisch zu durchforschen, in welchen Organen und in welchen Geweben das Protoplasma zusammenhängt und in welchen nicht. Es ist also die Frage — welche Zellen stehen mit anderen in Verbindung? — möglichst umfangreich zur Untersuchung zu stellen.

Diese Aufgabe habe ich für einige Farne, mit deren Anatomie ich mich bereits längere Zeit beschäftigt habe, zu beantworten gesucht. Die hierbei erhaltenen Resultate kann ich an diesem Orte nicht eingehend besprechen und muss mich darauf beschränken, über die wesentlichsten Punkte ganz kurz zu berichten.

Ausführliche und vollständige Angaben werde ich demnächst in Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Bot. mit zahlreichen Abbildungen veröffentlichen.

Im Rhizom von *Pteris aquilina* konnte ich einen Zusammenhang des Protoplasma nachweisen zwischen:

Zellen des Parenchyms unter einander,
Geleitzellen unter einander,
Siebzellen unter einander,
Geleitzellen und Siebzellen.

Einen Zusammenhang konnte ich dagegen nicht nachweisen zwischen:

Zellen der Rinde unter einander,
" " Rinde und des Parenchyms,
" " Stützbündel unter einander,
" " Stützbündel und des Parenchyms,
" " Schutzscheide unter einander,
" " Schutzscheide und des Parenchyms,
" " Schutzscheide und den Geleitzellen,
Bastzellen unter einander,
" und Geleitzellen,
" und Siebzellen,
Geleitzellen und Treppen-Gefässe,
Geleitzellen und Ring- oder Schrauben-Leitzellen (Tracheiden).

Ich bemerke ausdrücklich, dass ich hier nur den ausgewachsenen Zustand der Pflanze berücksichtige. Es scheint mir möglich, ja sogar wahrscheinlich, dass im cambialen Zustand das Protoplasma sämmtlicher Zellen in Zusammenhang steht.

Aehnliche Verhältnisse wie im Rhizom von *Pteris aquilina* finden sich in den anderen Organen derselben und auch in anderen Farnen.

Russow (l. c.) machte zuerst auf das Vorkommen von Protoplasma in Zwischenzellräumen aufmerksam. Er fand es in der jüngsten Region der Rinde einiger Pflanzen, im Pulvinu von *Mimosa pudica*, im Rhizom von *Iris* und in Knospenschuppen von *Fraxinus.*

G. Berthold[1]) gab einige weitere, derartige Vorkommen an.

Bei Gelegenheit meiner Farn-Untersuchungen fand ich, dass auch bei dieser Pflanzengruppe häufig sich Zwischenzellräume finden, welche Protoplasma enthalten, besonders im Parenchym der Rhizome. So z. B. bei *Pteris aquilina*, *Struthiopteris germanica*, *Aspidium Filix mas.* Auch das Parenchym des Blattstiels enthält Zwischenzellräume mit Protoplasma bei: *Pteris aquilina*, *Struthiopteris germanica*, *Asplenium Filix femina*, *Aspidium Thelypteris*, *Blechnum brasiliense*, *Osmunda regalis*, *Cyathea medullaris* etc. — Das in den Zwischenzellräumen enthaltene Protoplasma steht mit dem, in den Zellen befindlichen, in Zusammenhang. Ausführliche Mittheilungen hierüber werde ich ebenfalls in den Jahrb. f. wiss. Bot. niederlegen.

---

25. Ernst H. L. Krause: Primula fragrans KEHK. und P. fragrans × acaulis bei Kiel.

Eingegangen am 11. April 1884.

Auf der Wiese an der Kieler Bucht bei Kitzeberg wachsen zwei Species von *Primula*, die eine ist *P. acaulis* Jacq., die andere eine der *P. elatior* Jacq. nahestehende Form. Sie ist von letzterer in getrocknetem Zustande nicht unterscheidbar, aber frische Exemplare haben stark duftende Blumen, gerade wie *P. officinalis* Jacq. Es ist dies dieselbe Primel, welche in Mecklenburg bei Doberan häufig ist, und der mein Vater den Namen *P. elatior f. fragans* gegeben hat. Es ist mir sehr wahrscheinlich, dass auch in dem zwischen Doberau und Kiel gelegenen Gebiet diese *P. fragans* KEHK. vorkommt, nicht die typische *P. elatior* Jacq. *P. fragans* KEHK ist eine geographische Race der *P. elatior*; in ihrem Verbreitungsbezirk ist die wohlriechende *P. officinalis* Jacq. sehr selten.

---

[1]) G. Berthold, Ueber Vork. von Protoplasma in Intercell. — In den Ber. d. deutsch. botan. Ges. II., 1. — 1884, p. 20.

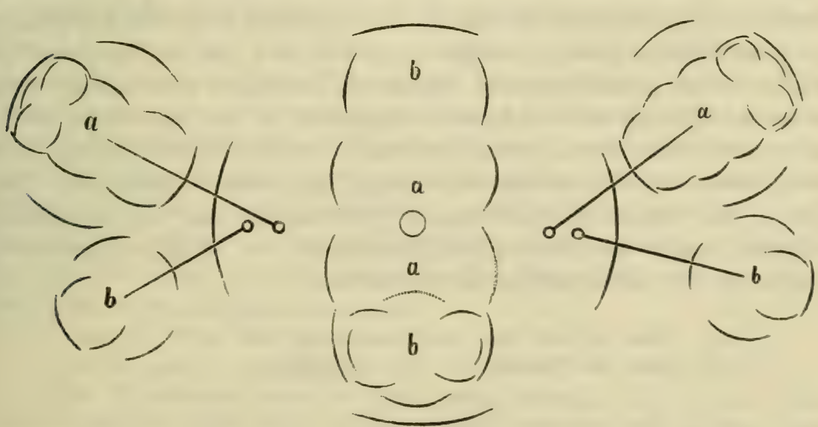
An dem genannten Standort an der Kieler Bucht finden sich zwischen den beiden *Primula*-Arten zahlreiche Mittelformen. Die während der Blüthezeit augenfälligen Unterschiede zwischen den Arten sind folgende:

P. fragans KEHK. hat eiförmige, am Grunde plötzlich in den Blattstiel verschmälerte Blätter, hohe reichblüthige Dolden, kurzhaarige, gelbgrüne Doldenschäfte, wohlriechende Blüthen. *P. acaulis* Jacq. hat verkehrt eiförmige, allmählig in den breitgeflügelten Stiel verschmälerte Blätter, einzelne grundständige Blüthen mit dünnem, meist röthlichem, langzottigem Stiel, geruchlose, höchstens schwach säuerlich riechende Blüthen, die grösser sind als bei *P. fragans*. Die Mittelformen sind zum Theil der einen oder anderen Art sehr ähnlich, einige Exemplare weichen von *P. fragans* nur durch zottig behaarten Doldenschaft und sehr grosse, geruchlose Blumen ab, andere unterscheiden sich von *P. acaulis* nur dadurch, dass neben den einzelnen Blüthen niedrige Dolden auftreten, die Blüthenstiele sind dann oft nur kurzhaarig, die Blätter kürzer als sonst bei *P. acaulis*. Die ausgeprägteren Mittelformen haben stets mittelhohe Dolden neben einzeln stehenden langgestielten Blüthen, die Doldenschäfte und Blüthenstiele variiren in der Behaarung, die Blumen sind bald stark- bald schwachduftend, oft geruchlos; in der Grösse gleichen sie denen von *P. acaulis*. Die Doldenschäfte sind meist unter der Dolde verdickt und hier röthlich gefärbt, sonst grüngelb. Die Blätter sind verkehrt eiförmig oder oval, zuweilen rhombisch mit mehr oder weniger breit geflügeltem Stiel. Diese Mittelformen sind Bastarde, der Pollen besteht bei ihnen etwa zur Hälfte aus kleinen verkümmerten Körnern.

26. I. Urban: Morphologischer Aufbau von Flaveria repanda Lag. und Cladanthus Arabicus Cass.

Eingegangen am 25. April 1884.

Ein streng dichotom-cymöser Aufbau mit gegenüberstehenden laub- oder hochblattartigen Vorblättern ist bei den Compositen nicht ganz selten; man findet ihn z. B. bei *Silphium perfoliatum* und Verwandten, bei *Melampodium paludosum* (hier treten ab und zu auch Quirle von 3 fruchtbaren Vorblättern auf), bei *Galinsoga* und anderen. Während im vegetativen Theile die relative Hauptaxe sich stärker entwickelt als die beiden Seitenaxen, schliesst jene oberwärts je mit einem gestielten Köpfchen; die Axenglieder der Cyma sind mit Ausnahme der Vorblätter blattlos. Auf den ersten Blick scheint die Gesammtinflorescenz von *Flaveria repanda* sich ebenso zu verhalten; nur sind die Köpfchen sitzend und erscheinen von einem laubblattartigen Involukrum umgeben. In Wirklichkeit ist der Aufbau aber ein ganz anderer. Betrachten wir einen verhältnissmässig einfachen Fall an einem Axengliede höherer Ordnung, so finden wir an der Spitze desselben zunächst zwei transversal stehende Laubblätter, deren Achselproducte verlängert sind und die cymöse Verzweigung in derselben Weise fortsetzen; zwischen diesen Seitenzweigen und den relativen Mutterblättern brechen schon sehr frühzeitig serial-unterständige Beiknospen hervor, welche sich gerade so wie die über ihnen stehenden Zweige verhalten, jedoch eine bedeutend schwächere Ausbildung erfahren. Dicht auf die beiden transversalen



Grundriss des Blüthenstandes von *Flaveria repanda* Lag.
O. Hauptaxe, resp. deren Endköpfchen, a. primäre Achselsprosse, b. Beiknospen.

Blätter folgen zwei median gestellte; diese führen aber im Gegensatz zu jenen sitzende Köpfchen oder genauer je eine Cyma in ihren Achseln, deren Axenglieder nicht entwickelt sind, und deren Köpfchen sowohl mit einander als auch mit dem terminalen Köpfchen des zuerst in Betracht gezogenen Axengliedes der Gesammtinflorescenz zu einem von oben gesehen ovalen Knäuel verschmelzen; an demselben zeigt immer das hintere der Laubblätter sammt der zugehörigen Blüthenpartie eine schwächere Entwickelung als das vordere. Sind die zusammengesetzten Köpfchen stärker entwickelt (in den unteren Dichotomien der Gesammtinflorescenz), so sieht man sowohl vorn wie hinten noch zwei Blattpaare auftreten, die nach Stellung und Ausbildung den vier zweitgrössten rechts und links stehenden Blättern des Involukrums analog sind. In diesem Falle haben sich aus den Achseln der vorn und hinten stehenden Laubblätter auch die unterständigen Beiknospen entwickelt und mit den übrigen sitzenden Köpfchen zu einem Glomerulus vereinigt Dass dies in der That der Fall ist, sieht man daran, dass die Axe dieser Beiknospen bisweilen etwas entwickelt ist, die zugehörige Blüthenpartie etwas emporhebt, und dass dann auch das vordere und bisweilen auch das hintere Involukralblatt (Vorblatt) dieses serialen Köpfchens entwickelt ist; diese Verlängerung des Pedunculus findet aber nur auf der Vorderseite des gesammten Knäuels statt.

Einen etwas absonderlichen Eindruck macht der Aufbau von *Cladanthus Arabicus* Cass. Der Blüthenstand ist ein Pleiochasium mit in den Gabelungen sitzenden Endköpfchen und erinnert stark an gewisse proliferirende Inflorescenzen von *Hydrocotyle*[1]). Die Hauptaxe, welche mit spiralig angeordneten Blättern besetzt, aber wenig oder nicht verzweigt ist, schliesst mit einem terminalen Köpfchen. Unter demselben befinden sich eine Anzahl laubblattähnlicher abstehender Involukralblätter, welche von aussen nach innen an Ausbildung (Grösse und Zertheilung) allmählich abnehmen. Die äusseren (ungefähr 5) enthalten in ihren Achseln Zweige, welche beblättert sind wie die Hauptaxe und wiederum mit einem Köpfchen schliessen; die inneren sind kleiner, wenig oder gar nicht getheilt und gehen allmählich in das eigentliche Involukrum über. Nachdem sich die Gabelung 3—4 Mal wiederholt hat, stirbt die Pflanze ab. Es ist dies die einzige mir bekannt gewordene Composite, bei welcher die pleiochasiale Verzweigung aus den Involukralblättern normal stattfindet; als Monstrosität ist dieselbe Erscheinung besonders bei *Bellis perennis* L. beobachtet[2]).

---

1) Vergl. Urban in Verh. bot. Ver. Brandenburg XXI. (1879), p. 159.

2) Vergl. Kurtz und Magnus a. a. O. p. 157, 158.

27. I. Urban: Hydrocotyle ranunculoides L. fil.

Eingegangen am 25. April 1884.

In meiner Bearbeitung der Umbelliferen für Martius' Flora Brasiliensis[1]) habe ich mehrere *Hydrocotyle*-Formen, welche von allen anderen Arten dieser so polymorphen Gattung durch das sehr zart membranöse, verwachsenblättrige Involukrum scharf getrennt sind, unter dem Namen *H. ranunculoides* vereinigt. Da jene Formen verschiedenen Ländern, ja verschiedenen Erdtheilen angehören, so haben sie, wie nicht anders zu erwarten, auch verschiedene Speciesnamen erhalten, obwohl die Unterschiede nur sehr unbedeutender Natur sind. Ich will hier noch einmal auf diese kleine Gruppe zurückkommen, weil eine der Formen sich auch in Südeuropa findet, und weil die Darstellung derselben den europäischen Floristen, welche in jenem theuren und wenig verbreiteten Werke die Berücksichtigung europäischer Pflanzen nicht vermuthen konnten, unbekannt geblieben ist[2]). Ausserdem hat sich auch aus dem Studium eines umfangreicheren Materials ergeben, dass die beiden (primären) Varietäten *lobata* und *inciso-crenata*, welche auf die Tiefe der Buchten zu beiden Seiten des Mittellappens gegründet waren weder systematisch noch pflanzengeographisch haltbar sind, und dass nur die Berücksichtigung der Grösse der Blattfläche in letzterer Beziehung einigen Werth besitzt. Die systematische Beschreibung würde jetzt folgendermassen lauten:

Hydrocotyle ranunculoides *Linn. fil.* glaberrima; foliorum lamina palacea 0,8—7 *cm* lata reniformi v. triangulari-cordata v. suborbiculari, plerumque profunde lobata, lobo apicali fere usque ad v. supra medium descendente v. raro omnibus subaequalibus et breviusculis; inflorescentiis simpliciter subcapitatis 4—15-floris; pedunculo quam petiolus pluries breviore, raro aequilongo, postremo arcuato-reflexo; foliis involucralibus plerisque inter se connatis, tenuissime membranaceis; pedicellis fructiferis 0,5—2,5, raro — 6 *mm* longis; petalis 1—1,3 *mm* longis filamenta superantibus; disco plano v. concaviusculo; fructu 2—4 *mm* lato (morphologice crasso) applanato-convexo.

---

[1]) Vol. XI. pars I, (1879) p. 283.

[2]) Aus H. Dingler's Referat in Just's Botan. Jahresber. VII. 2, p. 111 (kaum 3 Zeilen über eine Arbeit von 92 Folio-Halbseiten) konnten sie das allerdings nicht erfahren. Man vergleiche damit Koehne's Bericht in Uhlworm's Bot. Centralblatt I. 338.

Form. *α.* **genuina** *Urb.* foliis parvis v. mediocribus usque ad 4 *cm* latis.

Hydrocotyle ranunculoides Linn. fil. Suppl. (1781) p. 177; Lam. Encycl. III. 154; Spreng. Spec. Umbell. 2 t. 1. f. 2; Rich. Hydroc. n. 30 t. 58 f. 18; Cham.! in Linnaea 1. 372 (272); DC. Prodr. IV. 65; Torr. and Gray, Flor. North Amer. 1. 600; Clos in Gay Chil. III. 65; Brew. and Wats, Bot. of Calif. 1. 254.

Hydrocotyle cymbalarifolia Mühlenbg. Catal. (1813) p. 30; Willd. Herb. n. 5599!

Hydrocotyle ranunculoides var. α. Spreng. in Röm. et Schult. Syst. Veget. VI. (1820) 349.

Hydrocotyle natans Cham. in Linnaea 1. (1826) 373 (273); Torr. and Gray, Flor. North Amer. I. 599; Griseb.! Plant. Lorentz. 105.

Hydrocotyle batrachioides DC. Prodr. IV. (1830) 667; Clos in Gay Chil. III. 64.

Hydrocotyle ranunculoides var. a. lobata form. α. genuina et var. b. inciso-crenata form. γ. Brasiliensis Urb. in Mart. Flor. Bras. XI. 1. (1879) p. 284. t. 76. III. (fol. a—f, h—k).

Hydrocotyle ranunculoides var. genuina Urb. in Linnaea XLIII (1882) p. 289.

Form. *β.* **natans** *Urb.* foliis 4—7 *cm* diametro.

Ranunculus aquaticus umbilicato folio, Columm. Stirp. min. cognit. ecphras. I. 315. t. 316.

Hydrocotyle natans Cyrillo Plant. rar. Neapol. fasc. I. (1788) p. XX t. 6. B; Rich. Hydroc. n. 29 t. 59 f. 20; Tenore, Flor. Neapol. III. 266 t. 124; DC. Prodr. IV. 62; Bertol. Flor. Ital. III. 116; Boiss. Flor. Orient. II. 820; Oliv. Flor. trop. Afr. III. 5.

Hydrocotyle Adöensis Hochst. in Herb. Schimp.

Hydrocotyle ranunculoides var. a. lobata form. β. Adoensis et var. b. inciso-crenata form. δ. natans Urb. in Mart. Flor. Bras. XI. I. (1879) p. 284. t. 76. III (fol. g, l).

Caules repentes 0,5—4 *mm* crassi, ad nodos radicantes, radiculis numerosissimis fibrillosis longiusculis v. longissimis. Gemmarum squamae glabrae tenuissime membranaceae albidae, inferne punctulis v. lineolis fuscis maculatae v. unicolores, margine integrae, concavae orbiculares. Folia vernatione ad petioli insertionem, laciniis basalibus exceptis, inflexae, lobis lateralibus plicatis, apicali deorsum flexo, longe petiolata; petioli 3—35 *cm* longi, laminam 3—8 plo superantes, caulibus crassitie subaequales, superne extenuati; lamina 0,5—5 *cm* longa, parte 3—5-ta latior quam longior, basi fere usque ad medium acutangulari-excisa, partibus basalibus distantibus v. approximatis v. sibi incumbentibus, lobato-crenata v.-incisa, lobo terminali tricrenato rhomboideo- v. semiorbiculari-cuneata alte descendente, raro lateralibus ad basin paullatim minoribus conformi, omnibus obtusis v. obtusissimus, raro truncatis, plerumque iterum crenulatis, 7—11-nervis Umbella 4—10-, raro—15-flora, 2—5 *mm* diametro; pedunculus crassiusculus superne extenuatus, 1—10, plerumque 1—3 *cm* longus, florifer strictus; pedicelli floriferi subnulli v. usque ad 1 *mm* longi;

folia involucralia vix 1 *mm* longa, apice obtusa v. truncata margine integra, parum v. vix striatella glabra, postremo emarcida et evanida. Flores in inflor. subaequaliter evoluti. Petala ovata v. triangulari-lanceolata, acuta v. acuminata, sub anthesi horizontaliter patentia v. reflexa, glabra unicolora v. punctulata, 0,5—0,7 *mm* lata. Filamenta 0,7—1,2 *mm* longa, superne extenuata; antherae quadrato-orbiculares. Ovarium ovato-orbiculatum v. orbiculare, basi obtusum. Styli sub anthesi inflexi v incurvati, subaequicrassi, medio e disco prodeuntes, 0,3—0,5 *mm*, postremo 0,5 ad 1 *mm* longi, divaricato-patentes v. subhorizontaliter reflexi. Fructus magnitudine, colore, forma valde variabilis, sed foliorum magnitudini non respondens, 1,8—3 *mm* longus, 0,6—1 *mm* crassus, exquisite reniformis v. transverse ellipticus, raro suborbicularis, antice rotundatus v. truncatus, basi emarginatus v. rarius truncatus, flavescens v. rufescens v. griseo-violaceus unicolor laevis v. punctulis granulatis v. rugulis transversalibus rufis v. purpureis parce v. dense obsitus, glaber, mericarpiis obsolete 3- (v. non raro 4-) costatis.

Habitat in Italia media et meridionali, Sicilia, Sardinia; in Palestina, Transcaucasia ad mare Caspium; in Abyssinia et Madagascaria; in America a civitatibus unitis usque ad Argentinam. — Vidi formam α. e Virginia: Beyrich, Curtiss; e California: Chamisso; e Mexico: Chrismar, Schaffner; e Nicaragua: Wright; e Cuba: Wright; ex Ecuador: Jameson n. 889; e Bolivia: Mandon n. 573; e Chile: Bertero, Chamisso, Meyen, Ochzenius; e Paraguay: Balansa n. 1095; ex Argentina: Lorentz (1870) n. 331, (1876) n. 920, Lorentz et Hieronymus (1873) n. 555, Hieronymus (1875) n. 194, (1876) n. 553, 604; e Brasilia australi et orientali: Sello n. 4879, Riedel n. 1410, Blanchet n. 3045, Weddell, Widgren n. 1242, Lindberg n. 250; e Madagascaria: Hildebrandt n. 3583. — Form. β. ex Italia media: Flor. etrusc. exs.: prope Neapolin: Tenore, Levier; ex Abyssinia: Schimper III, n. 1482.

Wie die Species zu dieser geographischen Verbreitung gekommen ist, darüber lassen sich auch nicht einmal Vermuthungen aufstellen.

Sitzung vom 30. Mai 1884.

Vorsitzender: Herr A. W. Eichler.

Zu ordentlichen Mitgliedern werden proklamirt die Herren:

Göbel, Dr. **K.**, Professor in Rostock.
Pazschke, Dr. **O.** in Reudnitz-Leipzig.
Brunchorst, J. in Berlin.

Als ordentliche Mitglieder werden vorgeschlagen die Herren:

Dr. **Fritz Pfuhl**, Kgl. Gymnasiallehrer in Posen (durch Eichler und Ascherson).
Dr. **O. Warburg** in Tübingen, botanisches Institut (durch Pfeffer und Schwendener).
Dr. **Léon Errera**, Docteur agrégé an der Universität zu Brüssel, rue royale 6 (durch Eichler und Schwendener).
Dr. **Ludwig Klein** in Strassburg i. Els., botan. Institut (durch de Bary und Büsgen).
Dr. **Karl Müllenhoff**, Oberlehrer in Berlin SO., Mariannen-Ufer 2 (durch Pringsheim und Eichler).
Dr. **Dohrn**, Professor, Direktor der zoologischen Station in Neapel (durch Pringsheim und Eichler).
Dr. **Korschelt** in Leipzig, Teichstr. 14c. III. (durch Schenk und Ambronn).
Dr. **O. Mattirolo**, Dozent der Botanik und erster Assistent an der Universität Turin (durch Magnus, Ascherson und Wittmack).

Als ausserordentliches Mitglied wird vorgeschlagen:

Herr Dr. **H. Potonié** in Berlin NW., Dorotheenstr. 42 (durch Eichler und Ascherson).

Der Vorsitzende theilt der Versammlung mit, dass die ordentlichen Mitglieder Geh. Medizinalrath Professor Dr. **Goeppert** am 18. Mai 1884 in Breslau und Dr. **de Bey** am 19. März 1884 in Aachen verstorben sind und widmet beiden einen warmen Nachruf. Die Versammlung erhebt sich zum ehrenden Andenken der Verstorbenen von ihren Sitzen.

Die Deutsche botanische Gesellschaft hat in dem am 18. Mai d. J. nach kurzer Krankheit verstorbenen Geheimen Medicinalrath Dr. med. und Dr. phil. **Heinrich Robert Goeppert**, ordentlichen Professor der Botanik und Director des botanischen Gartens zu Breslau, ihr ältestes und eins ihrer verdienstvollsten Mitglieder verloren.

Geboren am 25. Juli 1800 in Sprottau in Schlesien, wo sein Vater Apotheker war, widmete sich der Verstorbene, der früh ein lebhaftes Interesse für Naturwissenschaften zeigte, anfangs dem pharmaceutischen Fache, bezog aber schon 1821 die Universität Breslau, wo er, wie auch 1824 in Berlin, Medicin und Botanik studirte. Am 11. Januar 1825 wurde er zum Doctor der Medicin, 1851 von der Universität Giessen honoris causa zum Doctor der Philosophie promovirt. Am 15. September 1827 habilitirte er sich an der medicinischen Facultät der Breslauer Hochschule als Privatdocent, in der er 1831 zum ausserordentlichen, 1839 zum ordentlichen Professor befördert wurde. 1852 übernahm er nach der Amtsentsetzung von Nees von Esenbeck die Direction des botanischen Gartens und wurde in die philosophische Facultät versetzt.

Dies die äusseren Umrisse eines Lebenslaufs, der in seltener Vielseitigkeit des Strebens der Wissenschaft und dem Gemeinwohl gewidmet war. Bildeten auch Botanik und Pharmakologie den Mittelpunkt von Goeppert's Lehrthätigkeit schon während der Jahre, in denen er der medicinischen Facultät angehörte, so lehrte er doch auch medicinisch-chirurgische Institutionen an der bis 1850 bestandenen medicinisch-chirurgischen Lehranstalt und war während der ersten Cholera-Epidemie 1831 in hervorragender Weise als Arzt thätig. Auf dem Gebiete gemeinnütziger und patriotischer Bestrebungen in seiner Heimath gab es im verflosseuen halben Jahrhundert kein Unternehmen, an dem Goeppert nicht an der Spitze gestanden oder doch thätigen Antheil genommen hätte. So verdankt ihm Breslau grösstentheils den musterhaften Zustand seiner herrlichen Promenaden, die schlesische Gesellschaft für vaterländische Cultur, der er drei Decennien als Präsident vorstand, ihr kräftiges Aufblühen.

Der „alte Goeppert“ war daher die populärste Persönlichkeit

Schlesiens und sein Ansehen hat oft genug vom Staate und von Privaten reichliche Geldmittel und anderweitige Förderungen für wissenschaftliche und gemeinnützige Zwecke zu erlangen gewusst.

Gleich vielseitig war auch seine Thätigkeit auf dem Gebiete der Botanik; in den Disciplinen, die er nicht selbst durch eigene Arbeiten bereicherte, wirkte er anregend und fördernd auf eine Schaar begabter Jünger, von denen ich nur einige der Bedeutendsten, seinen späteren Collegen F. Cohn, Körber, Milde, Stenzel, R. v. Uechtritz und Engler aufführen will. Das bedeutungsvolle Unternehmen der Kryptogamenflora von Schlesien wurde auf Goeppert's Anregung unter Cohn's Leitung in's Leben gerufen und erschien daher als passendste Festgabe für sein 50jähriges Doctor-Jubiläum. Eine einigermassen genügende Uebersicht über Göppert's botanische Forschungen zu geben, ist in Anbetracht des beschränkten Raumes, der mir hier zur Verfügung steht, nicht möglich. Es möge die Andeutung genügen, dass seine bedeutendsten Leistungen einerseits auf dem Gebiete der Pflanzenphysiologie, andererseits auf dem der Phytopalaeontologie zu verzeichnen sind. Auf das erstere wurde er durch den Einfluss seines ersten Lehrers, L. Chr. Treviranus, hingewiesen, wie denn auch seine Inauguraldissertation (Nonnulla de plantarum nutritione) und seine Habilitationsschrift (De acidi hydrocyanici vi in plantas) sich auf diesem Felde bewegen. Von grösster Wichtigkeit sind namentlich seine durch die Wirkungen des strengen Winters von 1829/30 auf die Pflanzenwelt angeregten Untersuchungen: „Ueber die Wärmeentwicklung der Pflanzen, deren Gefrieren und das Schutzmittel gegen dasselbe“, Breslau 1830, und „Ueber Wärmeentwicklung in der lebenden Pflanze“, Wien 1832, wie er denn auch später wiederholt sich mit der Frage beschäftigte, ob die durch Frost getödtete Pflanze im Augenblick des Gefrierens oder erst beim Aufthauen stirbt, wofür er in scharfsinniger Weise die in den Blüthen einiger tropischen Orchideen beim Absterben eintretende Farben-Aenderung als Kriterium benutzte. Ferner behandelte er mit besonderer Vorliebe in zahlreichen Abhandlungen das Verhalten der Holzgewächse bei mechanischen und dynamischen Eingriffen (Frostspalten, Ueberwallung, Veredelung, Beschneiden der Wurzeln etc.). In seinen palaeontologischen Arbeiten treten die Anregungen der meist der descriptiven Richtung zugewandten Berliner Botaniker, eines Link, Hayne, von Schlechtendal, von Chamisso[1]), zu Tage, doch zeigte Goeppert, auch hier seine selbständige Auffassung und seine anatomisch-physiologische Schulung in zahlreichen werthvollen Untersuchungen. So war er der Erste, der die Frage über die Bildung der Petrefacten experimentell behandelte, der die organische Structur der Steinkohle auffand, der die Bernsteinflora eingehend studirte und den Ursprung dieses Harzes von vorweltlichen Nadelhölzern nachwies. Diese Studien führten ihn auch vielfach auf das Gebiet der Anatomie der lebenden Gewächse, in denen seine Untersuchungen über den Bau der Coniferen und der Balanophoreen besonders werthvoll sind, und auf das der Pflanzengeographie, auf welchem er namentlich den Urwäldern Mitteleuropa's eingehende Beachtung schenkte. Der Phytopalaeontologie gelten auch seine letzten, mit Unterstützung der Berliner Akademie begonnenen Arbeiten, welche hoffentlich ihren Abschluss in berufener Hand finden werden, sowie er auch seine mit seltenem Eifer und Pflichttreue durchgeführte Lehrthätigkeit erst wenige Tage vor seinem Hinscheiden unterbrach.

---

[1]) Die meisten der hier mitgetheilten Thatsachen entnehme ich Goeppert's Autobiographie in Ratzeburg's „Forstwissenschaftlichen Schriftsteller-Lexikon“. Berlin 1872, S. 191 ff.

Ein hervorragendes Verdienst erwarb sich Goeppert um den botanischen Unterricht durch seine auf Ausbildung der Lehrmittel gerichteten Bestrebungen, welche auch auf die Bedürfnisse weiterer Kreise als seiner akademischen Zuhörer Rücksicht nahmen. So war er einer der Ersten, der (1850) ein botanisches Museum einrichtete; den ihm unterstellten botanischen Garten suchte er, seiner universellen Richtung entsprechend, durch pflanzengeographische Gruppen und Hinweise auf Physiologie, Pharmacologie, Geologie lehrreicher und gemeinnütziger zu gestalten.

Die persönlichen Eigenschaften Goeppert's waren geeignet, die hervorragenden Gaben des Forschers und Lehrers zu unterstützen. Sein milder, wohlwollender Charakter, seine aufopfernde Bereitwilligkeit, Andere zu fördern, machten ihn allgemein beliebt und verschafften ihm einen umfassenden Einfluss, den er stets zum Vortheil der Wissenschaft auszuüben sich bestrebte. Die Mitlebenden werden ihn lange betrauern; die botanische Wissenschaft wird sein Andenken in Ehren halten!

P. Ascherson.

Mittheilungen.

28. H. Ambronn: Ueber heliotropische und geotropische Torsionen.

(Vorläufige Mittheilung.)

Eingegangen am 1. Mai 1884.

Die Frage, ob Licht oder Schwerkraft unter gewissen Umständen Torsionen hervorrufen können, ist bis jetzt nur wenig erörtert worden. Allerdings sprechen viele Botaniker von „heliotropischen Torsionen“, ohne jedoch zu erklären, in welcher Weise eine einseitig wirkende Kraft ein Torsionsmoment herbeiführen kann.

Meines Wissens hat bis jetzt nur Frank[1]) versucht, theoretisch nachzuweisen, dass durch den Einfluss des Lichtes allein in gewissen Organen Torsionen stattfinden können. Er sagt, dass die peripherisch liegenden Schichten am stärksten, die centralen am wenigsten wachsen und dass in Folge dessen Torsionen stattfinden müssten, die Richtung der Torsionen würde dann, wenn man keine weiteren Annahmen macht, bald rechts bald links sein, je nach dem zufälligen ersten Anstosse. Er nimmt deshalb eine Polarität der Zellhäute an, um die constante Richtung der Torsion zu erklären. Abgesehen davon, dass die Annahme einer solchen Polarität ungerechtfertigt ist, würde die Frank'sche Erklärung mechanisch richtig sein, wenn die Bedingungen für eine solche Verschiedenheit des Wachsthums concentrischer Schichten bei einseitiger Beleuchtung wirklich vorhanden wären. Schmidt[2]) hat schon mit Recht auf diesen Mangel der Frank'schen Erklärung hingewiesen; derselbe betont gegenüber der Frank'schen Auffassung ausdrücklich, dass das Licht überhaupt keine Torsionen, sondern nur Krümmungen in heliotropischen Organen hervorrufen könne. In ähnlichem Sinne haben sich auch bereits Nägeli und Schwendener im Mikroskop[3]), allerdings ganz allgemein ohne specielle Bezugnahme auf Licht und Schwerkraft ausgesprochen. Die beiden letztgenannten Forscher geben die Mög lichkeit einer Torsion zu, wenn die Intensität des Wachsthums von der geförderten Seite eines Organes nach der gegenüberliegenden in einem anderen als arithmetischen Verhältnisse abnehme. Diese Auffassung ist mechanisch richtig, aber sie würde ebenfalls, wenn in der Pflanze solche Verhältnisse einträten, nicht eine bestimmte Torsionsrichtung erklären, sondern die letztere könnte nur durch einen zufälligen Anstoss erzeugt werden. Dass aber die Torsionsrichtungen, die hier wenigstens zum Theil in Frage kommen, in den Pflanzen ganz bestimmte sind, ist schon oft genug bestätigt worden. Bringt man eine Pflanze mit opponirt stehenden Blättern in eine Lage, in der das Licht senkrecht zur Insertionsebene der beiden Blätter einfällt, so findet in dem Blattstiele der einen Seite Links- in dem der anderen Seite Rechtsdrehung statt. Es müsste also in solchen Fällen der zufällige Anstoss immer in einer von dem Einfallswinkel der Lichtstrahlen bestimmten Richtung stattfinden. Diese Annahme wird sich aber, wie ich glaube, kaum rechtfertigen lassen.

---

[1]) Ueber die natürliche wagerechte Richtung von Pflanzentheilen etc. Leipzig. 1870. S. 79 ff.

[2]) Das Zustandekommen der fixen Lichtlage blattartiger Organe durch Torsion. Berlin 1883. Inaug. Diss.

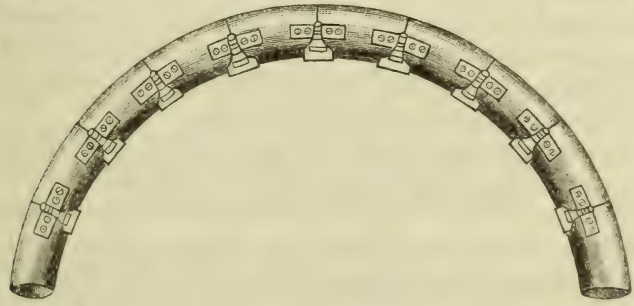
[3]) S. 417.

Um die Drehungen der Blattstiele zu erklären, hat man deshalb andere Einflüsse angenommen, so z. B. das Eigengewicht der Blattspreite. Schmidt und vor ihm schon de Vries und Andere haben nachzuweisen gesucht, dass das Eigengewicht der Blattspreite ein wesentlicher Faktor für das Zustandekommen der günstigsten Lichtlage der Blätter und der damit in vielen Fällen verbundenen Drehungen der Blattstiele sei. Dass die Belastung des Stieles durch die Spreite unter gewissen Umständen eine Torsion der ersteren herbeiführen kann, ist jedenfalls sicher; ob aber das Gewicht der Spreite wirklich dazu ausreicht und ob die eintretenden Torsionen ausschliesslich durch diese Belastung bedingt werden, ist nicht entschieden. Schmidt hat die Wirkung des Eigengewichts dadurch zu eliminiren gesucht, dass er die Versuchspflanzen um eine horizontale Achse rotiren liess; er giebt an, dass bei dieser Versuchsstellung die Drehungen der Blattstiele, welche bei aufrecht stehenden Vergleichspflanzen stattgefunden hatten, nicht eingetreten wären. Eigene Versuche haben mir jedoch gezeigt, dass bei manchen Pflanzen, z. B. bei *Coleus*-Arten, eine Drehung des Blattstiels in Folge einseitiger Beleuchtung auch dann noch stattfindet, wenn man die Wirkung des Eigengewichtes der Spreite durch Contrebalancirung ausschliesst. Bei den Versuchen, die ich anstellte, war sogar stets das contrebalancirende Gewicht etwas grösser als das der Blattspreite, so dass eigentlich eine entgegengesetzte Drehung hätte auftreten müssen, trotzdem erfolgten die Torsionen der Stiele immer in der Weise, dass die Blattspreite in eine günstige Lichtlage gelangte. Genaueres über diese Versuche werde ich später mittheilen, ich wollte hier nur kurz darauf hinweisen, um zu zeigen, dass das Eigengewicht der Spreite, in manchen Fällen wenigstens, kein wesentlicher Factor für das Zustandekommen der Torsionen an den Blattstielen ist. Es fragt sich nun, ob das Licht allein im Stande ist, diese Torsionen herbeizuführen.

Ich will in dieser kurzen Mittheilung die Frage nicht speciell mit Rücksicht auf die Blattstiele erörtern, sondern ganz allgemein die Möglichkeiten in Erwägung ziehen, bei denen einseitig wirkende Beleuchtung oder die Schwerkraft Torsionen hervorrufen können. Ich will dabei der Einfachheit halber die Annahme machen, dass die Wachsthumsintensität von der geförderten Seite nach der gegenüberliegenden stetig und in einem arithmetischen Verhältnisse abnimmt.

Man kann rein theoretisch mehrere Möglichkeiten annehmen, bei denen unter dem Einfluss von Licht oder Schwerkraft in cylindrischen oder nahezu cylindrischen Organen Torsionen stattfinden müssen, aber nur zwei derselben finden sich, wie ich glaube, in der Pflanze verwirklicht. Denkt man sich ein bogenförmig gekrümmtes wachsthumsfähiges Internodium oder einen ebensolchen Blattstiel in der Weise dem Lichte ausgesetzt, dass die Strahlen senkrecht zur Krümmungsebene des Organes einfallen, so muss die zustandekommende Krümmung in einer anderen Ebene liegen wie die früher vorhandene. Damit ist nothwendigerweise zunächst eine scheinbare Torsion verbunden und zwar deshalb, weil die im Wachsthum geförderte Längszone nach der convexen Seite des nunmehr entstehenden stärker gekrümmten Körpers rückt. Man kann sich diese scheinbare Torsion leicht an einem Modell klar machen: man schneidet einen bogenförmig gekrümmten Stab in kleine etwa zolllange Stücke und verbindet diese untereinander mit Charnieren, welche sich feststellen lassen; die Charniere müssen so angebracht sein, dass alle nach derselben Seite gehen und eine Krümmung der einzelnen Stücke gegen einander zulassen, deren Richtung zur Ebene der bereits vorhandenen Krümmung senkrecht steht, etwa wie in beistehender Fig. 1. Hat man auf der den Charnieren gegenüber

Fig. 1.



liegenden Seite — die also der im Wachsthum geförderten Seite entspricht — eine schwarze Linie angebracht und krümmt man nun die einzelnen Glieder gegeneinander etwa unter einem Winkel von 30 °, wobei das Anfangsglied in seiner ursprünglichen Lage bleibt, so sieht man, dass die schwarze Linie von der untern Seite schon etwa im 4. Gliede nach aussen und im 7. nach oben gerichtet ist.

Dass bei einer solchen Krümmung wiederum ein kreisförmig-gebogener und nicht etwa ein schraubenlinig gekrümmter Körper herauskommt, wird aus folgender Ueberlegung klar werden: Lässt man jedes kleinste Bogenstück eines Kreisbogens um den Radius als Achse gegen das benachbarte um einen constanten Winkel sich krümmen, so muss die zustandekommende Curve wiederum ein Kreisbogen sein, der aber in einer anderen Ebene liegt und einen kleineren Radius besitzt. Mit anderen Worten: Jeder Kreisausschnitt wird, wenn man ihm einrollt zu einen Kegelmantel und der den Ausschnitt begrenzende Bogen wird dabei zur Basis des Kegels, d. h. wiederum zu einen Kreisbogen.

Hieraus geht auch sofort hervor, wie sich der weitere Verlauf der schwarzen Linie, der allerdings für unsere Frage zunächst von keiner Bedeutung ist, gestalten wird.

Ganz ähnlich wie das beschriebene Modell wird sich ein gekrümmtes Organ verhalten, welches in eine solche Lage gebracht wird, dass Licht oder Schwerkraft senkrecht zur Krümmungsebene wirkt. Lässt man z. B. einen Keimling von *Helianthus annuus* sich geotropisch aufwärts krümmen und dreht ihn, nachdem die Krümmung stattgefunden hat, um 90°, so kann man dabei die scheinbare Torsion sehr gut verfolgen, wenn man zwei feine Glasfäden oder dergl. an demselben so befestigt, dass sie, bevor die zweite Krümmung eintritt, in einer Ebene und parallel mit einander liegen. Zwischen den beiden Fäden muss natürlich die krümmungsfähige Zone des hypocotylen Gliedes liegen. Schon nach 2 Stunden etwa sieht man deutlich, wie der obere Glasfaden eine Drehung erfahren hat, so dass sich nunmehr keine Ebene mehr durch beide Fäden zugleich legen lässt. Die Richtung der scheinbaren Torsion ist nothwendigerweise der des Bogens entgegengesetzt. Wäre also die Richtung der ursprünglichen Krümmung von rechts nach links, so ist die scheinbare Torsion eine rechtsläufige.

Wir haben es demnach hier mit einer ähnlichen Torsion zu thun, wie sie an einem schraubenlinig gekrümmten Stab auftritt, bei dem die Krümmungen um eine zur Längsachse senkrechte Achse erfolgen. (Vgl. Schwendener, Ueber das Winden der Pflanzen Berlin 1881.)

Nachdem nun, gewissermassen durch den ersten Eingriff der wirkenden Kraft, ein stärker gekrümmter und in anderer Ebene liegender Bogen mit scheinbarer antidromer Torsion entstanden ist, liegt jetzt, wenn das betreffende Organ in derselben Lage bleibt, eine andere Zone nach unten. Die nunmehr im Wachsthum geförderte Partie ist nicht mehr eine Längslinie, sondern eine um das Organ links verlaufende Schraubenlinie. Es würde hier zu weit führen, wenn ich theoretisch die daraus folgenden Veränderungen genauer auseinander setzen wollte; ich will vorläufig nur den Punkt betonen, dass bei weiterem Einwirken der Schwerkraft eine wirkliche aber diesmal homodrome Torsion erfolgen kann, da wie schon gesagt wurde, die Zone stärksten Wachsthums eine links verlaufende Schraubenlinie bildet. Wenn an einem cylindrischen Organ eine schraubenlinig verlaufende Zone ein stärkeres Ausdehnungsbestreben zeigt als die übrigen, so können zwei Fälle eintreten, entweder tritt Krümmung in verschiedenen Ebenen ohne Torsion ein, wenn die übrigen Partien diesen Krümmungen keinen Widerstand entgegensetzen, oder es findet wirkliche Torsion statt, wenn ein solcher Widerstand vorhanden ist; allerdings werden in dem letzteren Falle auch noch Krümmungen zu Stande kommen.

Macht man den obigen Versuch in der Weise, dass man den bereits gekrümmten und um 90° gedrehten Keimling nur so lange in der horizontalen Lage lässt, bis die neue Krümmung inducirt ist, (bei *Helianthus* etwa eine Stunde) und ihn dann der weiteren Wirkung der Schwerkraft durch Rotation um eine horizontale Achse entzieht, so findet man nur die scheinbare antidrome Torsion, nachdem die zweite Krümmung beendet ist. Vergleicht man einen auf diese Weise behandelten Keimling mit einem solchen, der längere Zeit in derselben Lage war, bei dem also die Schwerkraft fortwährend wirkte, so tritt die Verschiedenheit sofort hervor; was ja übrigens auch von vornherein zu erwarten ist.

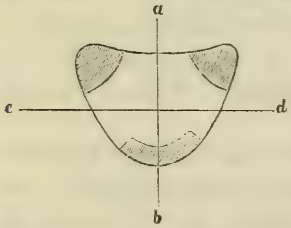
Ganz dasselbe was im Vorstehenden über die Einwirkung der Schwerkraft gesagt wurde, gilt natürlich auch für den Fall der einseitigen Beleuchtung. Wir haben also gesehen, dass durch Licht sowohl wie durch die Schwerkraft an bogenförmig gekrümmten Organen scheinbare und unter gewissen Bedingungen als Folge dieser auch wirkliche Torsionen eintreten müssen. Die Bedeutung dieser Torsionen für das Zustandekommen der günstigen Lichtlage der Blätter ist wahrscheinlich eine sehr geringe; denn einmal sind die Blattstiele selten bogenförmig gekrümmt und zweitens ist diese Krümmung, wenn sie überhaupt vorhanden, meistens mit ihrer Concavität nach oben gerichtet, so dass bei seitlicher Beleuchtung gerade die umgekehrte Lage der Blätter — die Unterseite dem Lichte zugekehrt — erzielt werden würde.

Dagegen spielen diese Torsionen jedenfalls eine wichtige Rolle bei dem Zustandekommen der Schraubenwindungen an Schlingpflanzen, wie ich in einer demnächst erscheinenden Abhandlung über die Mechanik des Windens darlegen werde. Hier will ich nur kurz andeuten, in welcher Weise diese Torsionen überhaupt dabei in Frage kommen können. Es ist eine bekannte Thatsache, dass die obersten Internodien der windenden Pflanzen fast fortwährend eine sog. homodrome Krümmung bilden, d. h. ihre Concavität der Stütze zukehren. Diese Krümmung ist zunächst wesentlich Folge der Nutation; aber da die windenden Pflanzen gerade in ihren jüngsten Internodien sehr empfindlich negativ geotropisch sind, so wird jene Krümmung, wenn sie vielleicht eine halbe Stunde in fast horizontaler Lage war, durch die Einwirkung der Schwerkraft in der oben geschilderten Weise verändert werden. Damit ist nothwendigerweise verbunden, dass die Unterseite der gekrümmten Partie nach aussen rückt, so dass nunmehr die Nutation und die Nachwirkung der Schwerkraft in gleichem Sinne wirken, wodurch die homodrome Krümmung noch etwas verstärkt wird. Allerdings wird später diese Krümmung durch das Weitergehen der Nutation wieder verändert, aber die einmal vorhandene und die immer wieder von neuem auftretende geotropische Krümmung muss zu einer bleibenden werden. Es ist demnach bei den windenden Pflanzen ausser der Wirkung des Ergreifens der Stütze an zwei Punkten noch ein anderer Faktor, eben der Geotropismus, zu berücksichtigen, wenn es sich um die Erklärung der bleibenden Krümmungen handelt.

Ob diese Art der Einwirkung von Licht oder Schwerkraft auf bogenförmig gekrümmte Organe auch noch bei anderen Bewegungserscheinungen in der Pflanze vorkommt, weiss ich nicht; doch kann man annehmen, dass durch gewisse Zufälligkeiten leicht ähnliche Situationen in der freien Natur geschaffen werden.

Der zweite Fall, den ich hier besprechen will, betrifft die Einwirkung des Lichts oder der Schwerkraft auf symmetrisch gebaute Organe. Zu diesen gehört bekanntlich die Mehrzahl der Blattstiele. Fällt die Richtung der Schwerkraft oder der Lichtstrahlen mit der Symmetrieebene zusammen, so wird nur Krümmung erfolgen können, da bei den dadurch hervorgerufenen Wachsthumsprocessen keine Torsionsmomente auftreten. Ist dagegen die Richtung der Lichtstrahlen oder der Schwerkraft gegen die Symmetrieebene eine andere, so werden in den meisten Fällen Torsionen stattfinden.

Fig. 2.



Nimmt man die Vertheilung der widerstandsfähigen Elemente auf dem Querschnitte (wie in beistehender Skizze) an, so kann, wenn die Lichtstrahlen in der Richtung a b einfallen, keine Torsion erfolgen; wirken dieselben aber in der Richtung c d, so werden die beiden oberen Bast- oder Collenchymrippen sowohl wegen ihrer Lage als auch wegen ihrer Querschnittsform dem Ausdehnungsbestreben der einen Flanke einen anderen Widerstand entgegensetzen als die untere widerstandsfähige Partie. Es lässt sich nun in einem solchen komplizirten Falle eine genaue Darstellung der eintretenden Krümmungen und Torsion nicht gut ausführen, man kann aber das Problem dadurch vereinfachen, dass man vorerst den Querschnitt kreisförmig und an irgend einer Stelle dieses Kreises eine widerstandsfähige Partie etwa von der Form eines Segmentes annimmt, sowie in Fig. 3. Wirkt die Beleuchtung in der Richtung a b, so wird die Zone bei w das stärkste Ausdehnungsbestreben haben, die widerstandsfähige (schraffirte) Partie kann man als nicht mehr wachsend, deshalb nur passiv Widerstand leistend, annehmen, die nach a zu gelegene Partie wird zwar wachsen, aber bedeutend geringer als die nach b gelegene. Man kann sich demnach den cylindrischen Körper aus drei Streifen von verschiedenem Ausdehnungsbestreben zusammengesetzt denken, etwa wie einen Cylinder, der aus drei bei Erwärmung sich verschieden ausdehnenden Metallen besteht. Die Reihenfolge der drei Streifen nach ihrem Ausdehnungsbestreben ist, wie in Fig. 4 dargestellt: 1, 2, 3. Es fragt sich nun, was für Bewegungen wird dieser Körper ausführen? Zunächst ist soviel wohl mit Sicherheit anzunehmen, dass an dem deformirten Körper die widerstandsfähige Partie 1 die kürzeste sein wird, dies kann in zwei Fällen eintreten, entweder bei Krümmung des Organes in der zur Richtung der Lichtstrahlen senkrechten Ebene oder an einem Körper, dessen Achse eine Schraubenlinie bildet. Der erstere Fall ist offenbar in der Pflanze nicht möglich, der letztere muss jedenfalls eintreten, und dabei wird die Partie 1 stets auf der Innenseite des Zustande kommenden schraubenlinig gekrümmten Körpers liegen. Das letztere ist aber nur möglich, wenn eine wirkliche Torsion, und zwar eine mit der Schraubenlinie gleich verlaufende stattfindet.

Fig. 3.

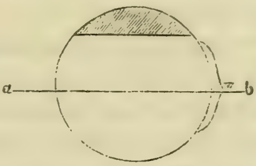
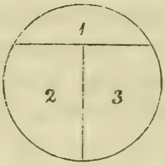


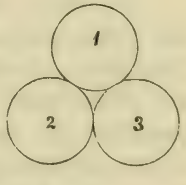
Fig. 4.



Man kann sich den ganzen Vorgang am besten an einem Modell aus Kautschuckschläuchen vergegenwärtigen.

Befestigt man drei Schläuche, die verschieden ausgedehnt wurden, so aneinander, dass die Achsen derselben ungefähr die Kanten eines gleichseitigen dreikantigen Prismas bilden, so sieht man beim Loslassen der eingespannten Schläuche sofort, dass der vorher am stärksten gespannte Schlauch an dem entstandenen schraubenlinigen Körper stets nach innen zu liegen kommt, also die kürzeste Partie desselben darstellt. War die Reihenfolge der Schläuche nach dem Grade ihres Contractionsbestrebens wie in Fig. 5, so muss nothwendigerweise eine linksverlaufende Schraubenlinie zu Stande kommen.

Fig. 5.



Wendet man dieses Resultat auf Fig. 3 an, so leuchtet ein, dass bei einer Beleuchtung von a aus eine Linksdrehung, bei Beleuchtung von b aus eine Rechtsdrehung des Organes eintreten muss, denn die am stärksten wachsende Partie entspricht natürlich dem am wenigsten gespannten und die widerstandsfähige Partie dem am stärksten gespannten Schlauche.

Allerdings lässt sich nun diese Schlussfolgerung nicht sofort auf die symmetrisch gebauten Blattstiele anwenden, da ja die Lagerungsverhältnisse der mechanischen Elemente dort in der That andere sind, aber immerhin lässt sich schon jetzt behaupten, dass bei Wirkung von Licht oder Schwerkraft schief oder senkrecht zur Symmetrieebene Torsionen eintreten werden.

Die Richtung dieser Torsionen lässt sich nur durch genaue Berücksichtigung der Lagerungsverhältnisse und der Querschnittsfläche der betreffenden mechanischen Stränge ermitteln; die Quantität derselben ist überhaupt nur annähernd zu bestimmen, da der genauen mathematischen Berechnung ausserordentliche Schwierigkeiten entgegenstehen; die Constatirung der Quantität wird deshalb vorzugsweise dem Experimente überlassen bleiben müssen.

Ich glaube jedoch jetzt schon auf Grund einiger Versuche die Vermuthung aussprechen zu dürfen, dass die in der That vorhandenen heliotropischen Torsionen der Blattstiele bei einer Anzahl von Pflanzen nicht nur für das Zustandekommen der günstigsten Lichtlagen der Blätter, sondern auch für die Beibehaltung derselben von Wichtigkeit sind. Ich hoffe später auf Grund reicheren Beobachtungsmaterials diese Vermuthung bestätigen zu können.

Botan. Institut der Universität Leipzig.

29. A. Famintzin: Ueber geschichtete Myelingebilde.

Eingegangen am 4. Mai 1884.

Im Jahre 1869 hatte ich schon an den amylumartigen Gebilden des kohlensauren Kalkes nachgewiesen, dass ihre Schichten nicht durch Apposition, sondern durch Differenzierung der Substanz nach vollendetem Wachsthum zu Stande kommen. In jüngster Zeit hat Hansen dasselbe an anderen Sphaerokrystallen beobachtet und dabei die Schichtenbildung als eine spätere wiederholte Krystallisation beim Erstarren der Sphaerokystalle gedeutet.

Alle bis jetzt über Schichtenbildung angestellten Beobachtungen sind an solchen Substanzen gemacht worden, welche, wie die Sphaerokrystalle, öfters eine mehr oder weniger ausgesprochene krystallinische Structur aufweisen und unter Umständen zu ausgebildeten Krystallen heranwachsen können. Ich habe daher in der letzten Zeit Beobachtungen über Schichtenbildung an myelinartigen Gebilden angestellt und bei ihnen ebenfalls die Schichtenbildung nicht durch Apposition, sondern durch Differenzierung ihrer Substanz beobachtet. Diese höchst eigenthümlichen von Virchow entdeckten Gebilde sind von mehreren Forschern seitdem untersucht und abgebildet worden; die Art der Schichtenbildung ist bis jetzt aber noch von Niemandem untersucht worden.

Diese Beobachtungen lassen sich indess leicht anstellen. Es genügt einen Tropfen käuflicher Oelsäure mit wässrigem Ammoniak zusammenzubringen, um sofort, sowohl verschiedene cylindrische Auswüchse, als auch gesonderte Kugeln aus dem Oelsäuretropfen heraustreten zu lassen. An beiden Arten von Gebilden, welche anfänglich gewöhnlich ungeschichtet erscheinen, kann man an demselben Exemplare Schritt für Schritt die Schichtenbildung durch allmählige Zerklüftung in concentrische Lamellen verfolgen. Diese Schichten sehen denen der Zellmembran und der Stärkekörner vollkommen ähnlich; sie können, je nach Umständen, lange Zeit unverändert bleiben, oder aber theilweise, manchmal sogar vollkommen, wieder in eine homogene Masse zusammenfliessen.

Die Schichtenbildung mittelst der Differenzierung einerseits der Sphaerokrystalle, andererseits der zähen, halbflüssigen Myelinmassen bringt unwillkürlich auf den Gedanken, dass möglicherweise die Lamellen (im Sinne Strasburger's) der Zellmembran und der Stärkekörner auf dieselbe Art entstehen. In der letzten Zeit wurde von mehreren Seiten auf die Schichtenbildung durch Apposition in der Zellmembran und den Stärkekörnern hingewiesen; dagegen liegen, meiner Ansicht nach, noch keine zuverlässige Beobachtungen über Lamellenbildung vor. Es lohnt sich, den oben dargelegten Untersuchungen nach, nochmals in dieser Hinsicht die Zellmembranbildung zu untersuchen und ich bin jetzt beschäftigt, verschiedene stark verdickte Zellen darauf zu prüfen.

30. Franz Benecke: Kleine biologische Studie über das Blüthenköpfchen von Taraxacum officinale.

Eingegangen am 10. Mai 1884.

Wie bekannt, besitzt das Köpfchen von *Taraxacum officinale* einen doppelten Hüllkelch. Wir dürfen diesen wohl gegenüber anderen Compositen mit einfacher Hülle als ein besseres Schutzmittel betrachten. In der Jugend, zu welcher Zeit das Köpfchen des Schutzes am meisten bedarf, hüllt die doppelte Blattreihe dasselbe ein. Bald aber schlagen sich die Blätter der äusseren Hülle zurück, indem ihre Oberseite im Wachsthum gefördert wird. Der Schutz ist der fortgeschrittenen Entwickelung des Köpfchens entsprechend ein einfacherer geworden: nur noch die Innenhülle hat das Amt des Beschützens. Wenn das Köpfchen aufblüht, indem die zungenförmigen Blüthen auf ihrer Oberseite stärkeres Wachsthum erfahren, so schlägt sich auch die Innenhülle zurück, aber ihre Bewegung ist keine active, wie die der Blüthen, infolgedessen man sich präciser ausdrückt, wenn man sagt: ihre Blätter werden zurückgeschlagen. Bekanntlich öffnet sich das Köpfchen Morgens und schliesst sich Abends. (Von den gleichfalls bekannten Blüthenbewegungen, die durch Aenderungen der Wärme und der Feuchtigkeit hervorgerufen und die in analoger Weise bewirkt werden, wollen wir der Einfachheit der Darstellung wegen hier absehen.) Während bei der Bewegung des Oeffnens die Innenhülle durch die blühreifen Blüthen passiv nach Aussen gebogen wird, bewegt sie sich beim Schliessen des Köpfchens activ noch Innen. Sie war nur, wie eine Feder, gespannt und mit Aufhören der Spannungsursache begeben sich ihre Blättchen in die ursprüngliche Lage zurück. Dass diese Deutung eine richtige ist, ergiebt sich aus folgenden Thatsachen:

1. Entfernt man mit einer Pincette die Blüthen, so sieht man, wie die Blätter der Innenhülle sich sofort aufzurichten beginnen. Ich beobachtete häufig, wie in ca. zehn Minuten die Blättchen aus der horizontalen Lage in die verticale (und darüber hinaus) traten. (Bei diesem Versuch tritt Milchsaft hervor und könnte die Benetzung des Blüthenbodens oder auch die Verletzungen als solche die Ursache der beschriebenen Bewegung sein. Dagegen sprechen die anderen Facta.)
2. Je mehr Blüthen sich im Zustande der Blühreife befinden, um so mehr nehmen die inneren Hüllblätter beim Oeffnen die horizontale Lage ein, weil alsdann um so mehr Blüthen gegen den von der Innenhülle geleisteten Widerstand ankämpfen.

3. An halbseitig geöffneten Köpfchen sind, auch wenn alle inneren Hüllblätter gleiche Grösse haben, nur diejenigen zurückgebogen, welche auf der geöffneten Seite sich befinden.
4. Zupft man von einem Köpfchen, von dem erst die äussersten Blüthen im Zustand der Blühreife sind, diese theilweise (in gewissen Abständen) ab, so sieht man, wie sich diejenigen inneren Hüllblätter anlegen, welche keinen Widerstand finden.
5. Bindet man Abends bei geschlossenen Köpfchen die Blüthen oben zusammen, ohne den inneren Hüllkelch miteinzubinden, so schlägt dieser sich Morgens nicht auseinander.
6. An einem Köpfchen hatte sich ein Blättchen des Aussenkelches hakig gekrümmt und dadurch ein Blättchen des Innenkelches gefangen genommen. Als am Abend die Blüthen die Nachtbewegung machten, blieb dieses Blättchen allein zurück. Ich entfernte das Hinderniss behutsam: in einer Viertelstunde hatte es sich emporgerichtet und den Blüthen ebenfalls angelegt.

Diese Beobachtungen beweisen ausreichend, dass beim Oeffnen des Köpfchens der Innenkelch passiv nach Aussen gedrängt wird und beim Schliessen in Folge seiner Elasticität die Stellung, in der er vor dem Oeffnen sich befand, wieder einnimmt. Das verschiedene Verhalten des Innen- und Aussenkelches haben wir entschieden als ein zweckmässiges zu betrachten. In der ersten Jugend die doppelte Hülle: dann aber Zurückschlagen des Aussenkelches für immer. Thäte er dies nicht, so hätten die Blüthen des Köpfchens einen doppelten Widerstand zu überwinden und der Nutzen, der ihm noch gelegentlich durch einen zweifachen Schutz zu Theil werden könnte, würde eventuell nicht nur aufgehoben, sondern könnte in einen Schaden verwandelt werden, weil ein schnelles Oeffnen, das besonders bei vorangegangener ungünstiger Witterung nöthig ist, dadurch unmöglich gemacht würde.

So lange die Blüthen im Stadium der Blühreife verharren, wächst abwechselnd Ober- und Unterseite stärker. Sobald sie aus diesem Zustand herausgetreten sind, beginnen die Blüthen sich nach Innen zu neigen. Ich habe nicht festgestellt, ob dieses ebenfalls auf eine Wachsthumserscheinung zurückzuführen ist und, so weit mir bekannt, liegen hierüber keine Untersuchungen vor. Beruht die Thatsache aber auf Wachsthum, so müssen wir uns vorstellen, dass in den Blüthen, welche im Verblühen begriffen sind, die Innenseite ihrer aufgeschlitzten Krone das Wachsthumsvermögen schneller verliert als die Aussenseite. Dieses angenommen, käme Ober- und Unterseite eine etwa gleiche Summe von Wachsthumsenergie zu, denn beim Beginn der Bewegung einer Blüthe ist es ja die Oberseite, welche die erste Förderung im Wachsthum erfährt. Möglich ist, dass bis zu einem bestimmten Zeitpunkt (vielleicht bis zur vollzogenen Befruchtung) die Wachsthumsenergie auf der Oberseite grösser bleibt, dass dann aber der Punkt eintritt, bei dem sie auf Ober- und Unterseite die gleiche ist, um hierauf das Plus auf die Unterseite zu übertragen, wo sie schliesslich noch einmal auftritt, wenn sie auf der Oberseite = 0 geworden ist. Jedenfalls wird die active Bewegegung nach Aussen immer schwächer und schliesslich unterbleibt sie ganz, und die äusseren Blüthen würden beständig nach Innen neigen, wenn sie nicht nunmehr wie die Kelchblätter passiv von den inneren noch blühreifen Blüthen nach Aussen gedrängt werden würden. Entsprechende Versuche beweisen die Richtigkeit dieser Darstellung. Man braucht nur aus solchen Köpfchen die centralen Blüthen zu entfernen, so sieht man die Einwärtsbewegung der peripherischen, auch wenn man vorher den Hüllkelch fortgeschnitten hatte. Haben sämmtliche Blüthen den Zustand der Blühreife verlassen, so sind sie alle nach Innen gebogen: das Köpfchen ist (und bleibt zunächst) geschlossen.

Bis zur Samenreife hin sterben die Blumenkronen ab und ein gleiches Schicksal erleidet schliesslich der doppelte Hüllkelch. Vielleicht kommt auch den absterbenden Blumenkronen noch die Funktion zu, die unentwickelten Früchte zu schützen. Sind diese zur Reife gelangt, so haben sie die todten Blumenkronen mit ihren Federkelchen emporgehoben und mit Hülfe der letzteren biegen sie auch die Innenhülle vor dem Absterben derselben noch einmal zurück, so dass man diese Bewegung als das letzte Oeffnen des Köpfchens bezeichen kann. Wenn man die Früchtchen vor der Reife entfernt, so schlagen nicht nur die Hüllkelchblätter an einander, sondern sie drehen sich förmlich zusammen, bestrebt, jeden Zugang zum Blüthenboden abzusperren. Es ist klar, dass solche Arbeit nicht diesem, sondern den (ihm freilich geraubten) Früchtchen gilt. Das Aktive der letzen Oeffnungsbewegung sind aber weniger die Früchte mit ihrem Pappus als vielmehr der Blüthenstandsboden. Anfänglich ist derselbe ausgehöhlt, mit der Zeit aber flacht er sich ab und bei eingetretener Samenreife zeigt er starke Wölbung nach aussen. Durch dieses Wachsthum nimmt der Fruchtstand die Kugelform an.

Analoge Studien begann ich an anderen Compositenköpfchen zu machen. Ich hoffte, dass eine Vergleichung der Compositen daraufhin recht Interessantes ergeben würde. Leider war der letzte Sommer zu weit vorgerückt, als ich meine Arbeit auf eine grössere Zahl von Compositen auszudehnen anfing, so dass ich zu keinem Abschlusse gelangte, der mich zu einer Verallgemeinerung meiner Beobachtungen berechtigen könnte. Dasselbe gilt für die Versuche, die ich über die Einwirkung von Licht, Wärme und Feuchtigkeit auf die Bewegung der Blüthen des Compositenköpfchens und anderer Blüthenstände gleichzeitig anstellte. Da ich in Folge einer andersartigen Berufsthätigkeit zunächst gar keine Aussicht habe den bescheidenen Gegenstand, der mich anzog und fesselte, weiter zu verfolgen, so wollte ich wenigstens dieses Wenige der Oeffentlichkeit übergeben, um vielleicht die Aufmerksamkeit anderer darauf zu lenken. Dasselbe möchte ich thun in Bezug auf die Bewegung der Blüthenstiele von *Cardamine pratensis*, *Anemone*-Arten etc. Ich schnitt (im Baseler botanischen Garten, zu Beobachtungen hierüber durch Herrn Professor Vöchting angeregt) von *Anemone*-Arten, deren Blüthen sich öffnen und schliessen und deren Blüthenstiele sich gleichzeitig auf- und abwärts richten, die Blüthen fort und es zeigte sich, dass die Stiele die gewohnte Bewegung fortsetzten, ja in einem Falle beobachtete ich das Pendeln volle acht Tage lang und zu dieser Zeit war die Bewegung noch nicht sistirt. Während derselben krümmte sich der Stiel gegen Abend und vom Morgen an richtete er sich auf, gerade so, als ob er noch seine Blüthe trüge. Wenn man ihn Mittags an der Schnittfläche befeuchtete und eine Glasglocke darüber stülpte, so war er in einer Stunde gekrümmt. Das Auf- und Abwärtskrümmen nach Entfernung der Blüthen beobachtete ich auch an den Trauben von *Cardamine pratensis* und, wenn auch weniger deutlich, an vielen anderen Cruciferen. Dieses Verhalten erscheint mir bedeutsam genug, um es, obwohl es nicht zu meinem Thema gehört, in Rücksicht darauf, dass ich auch diesen Gegenstand nicht weiter verfolgen kann, hier zu erwähnen.

Aehnliche Beobachtungen, wie ich sie an *Taraxacum officinale* anstellte, auf eine grössere, zweckentprechend ausgewählte Zahl von Compositen auszudehnen, erscheint mir deshalb interessant und lohnend, weil sich alsdann ein Bild entwerfen liesse von den Anpassungen des Blüthenköpfchens an die äusseren Verhältnisse in Bezug auf die Gestaltung und Funktion seines Hüllkelches. Principiell Neues kann sich dabei nicht ergeben, aber jedenfalls wohl ein weiterer, wenn auch kleiner, so doch zu beachtender Beitrag für die in unserer Zeit aufgestellten biologischen Hypothesen.

31. G. Krabbe: Nochmals zur Frage nach der Funktion der Wurzelspitze.

(Erwiderung.)

Eingegangen am 20. Mai 1884.

Heft 2 des II. Bandes dieser Berichte enthält eine Mittheilung Wiesner's „Ueber die angebliche Funktion der Wurzelspitze beim Zustandekommen der geotropischen Krümmung“, welche mich veranlasst, in dieser Frage nochmals das Wort zu ergreifen; einige Bemerkungen Wiesner's bezüglich meiner früheren Abhandlung (diese Berichte Bd. I, Heft 5) über denselben Gegenstand zwingen mich hierzu. Sonst sind, wie ich nachher zeigen werde, in der Mittheilung Wiesner's keine neuen Gesichtspunkte enthalten, die etwa zu einer Diskussion Veranlassung geben und zur Klärung der Frage nach der Funktion der Wurzelspitze beitragen könnten.

Wiesner beginnt die Besprechung meiner Arbeit mit der Bemerkung: „Die in diesem Berichte erschienene Abhandlung Krabbe's könnte ich wohl mit Stillschweigen übergehen, da dieselbe gar keine irgendwie durch thatsächliche Beobachtungen belegte Ergebnisse, sondern blos unerwiesene Behauptungen enthält.“ Da ich seiner Zeit, wie es auch ausdrücklich in meiner Arbeit (l. c. p. 233) hervorgehoben wurde, in eine Erörterung des Geotropismus decapitirter Wurzeln erst auf Grund umfangreicher Versuche eingetreten bin, so ist es mir ein vollständiges Räthsel, was sich denn Wiesner bei der vorstehenden Bemerkung eigentlich gedacht haben mag. Doch wird die mitgetheilte Behauptung wenigstens etwas verständlich, wenn man Wiesner's frühere Arbeit (Bewegungsvermögen) und besonders die letzte Mittheilung durchliest. Wo sich nur immer Gelegenheit findet, hebt Wiesner mit grossem Nachdruck hervor, dass er eine sehr grosse Anzahl von Wurzeln untersucht habe, und dass die „spärlichen“ Versuche Anderer seinen und Molisch Untersuchungen gegenüber gar nicht in Betracht kämen. So heisst es z. B. in der Mittheilung p. 75: „Was ich im „Bewegungsvermögen“ über u. s. w. aussagte, ist durch die früher genannten umfassenden Untersuchungen von Molisch bestätigt worden, denen gegenüber die spärlichen Beobachtungen anderer Forscher gar nicht ins Gewicht fallen,“ und unmittelbar darauf heisst es abermals: „Ausser den ca. 400 Keimlingen, mit denen Molisch operirte, weisen unsere Aufzeichnungen u. s. w. noch Daten über mehrere Hunderte von Keimlingen auf, welche meine früheren Angaben bestätigen.“ Aus derartigen Bemerkungen geht ohne Zweifel hervor, dass Wiesner die Lösung der Frage nach der Funktion der Wurzelspitze hauptsächlich von dem Köpfen einer möglichst grossen Anzahl von Wurzeln abhängig macht; und da er jedenfalls auch von mir ohne Weiteres annimmt, meine Versuche seien „spärliche,“ so gehöre ich eben in die Reihe der „anderen Forscher,“ deren Resultate ihm gegenüber gar nicht in Betracht kommen. Hier aber befindet sich Wiesner in einem grossen Irrthum. Ich habe mich fast den ganzen Winter 1882/83, ohne durch Nebenbeschäftigungen abgehalten zu sein, mit dem Geotropismus decapitirter Wurzeln beschäftigt und beinahe täglich eine grössere Anzahl von Wurzeln untersucht; ich hielt es aber damals und halte es auch jetzt noch für überflüssig, in kaufmännischer Weise die Zahl der untersuchten Wurzeln genau anzugeben. Nur zur Beruhigung meines Opponenten bemerke ich, dass die Zahl der untersuchten Wurzeln jedenfalls über Tausend liegt. Wenn also, wie es Wiesner's Ansicht ist, in der Frage nach dem Geotropismus decapitirter Wurzeln die Wahrheit durch Amputation möglichst vieler Wurzeln erbracht werden kann, so liegt dieselbe auf meiner und nicht auf Wiesner's Seite, und dieser muss jetzt, wenn er consequent sein will, zugestehen, dass seine Ansicht bezüglich des Geotropismus decapitirter Wurzeln nicht die richtige ist.

Nun aber wird mir mein Gegner von seinem Standpunkte aus die Frage entgegen halten, warum denn bei einer so grossen Anzahl von Versuchen keine tabellarische Uebersicht derselben gegeben worden sei. Aus dem einfachen Grunde, weil ich nicht schon oft Dagewesenes wiederholen wollte und weil, wie jeder beim aufmerksamen Durchlesen meiner Abhandlung einsehen muss, nach der Art und Weise meiner Fragestellung, sowie nach der Formulirung der Ergebnisse eine specielle Mittheilung der einzelnen Versuche vollständig zwecklos gewesen wäre. Denn es ist zu bedenken, dass ja betreffs des Thatsächlichen Alle, die über den Geotropismus decapitirter Wurzeln geschrieben haben, in sofern übereinstimmen, als in den Versuchen mit decapitirten Wurzeln gerade gebliebene und geotropisch gekrümmte zu notiren waren. Man hat sich aber vor mir, ohne der Sache auf den Grund zu gehen, in seinem Urtheil einfach durch Majoritäten bestimmen lassen. Je nachdem in den Versuchen mit decapitirten Wurzeln die gerade gebliebenen oder die geotropisch gekrümmten in der Mehrzahl waren, hat man sich für oder gegen eine Empfindlichkeit der Wurzelspitze ausgesprochen; und so gab es gleichsam geköpfte Wurzeln erster und zweiter Classe. Die einen Forscher rangirten von den decapitirten Wurzeln die gerade gebliebenen in die erste Classe, während die geotropisch gekrümmten einfach ignorirt und als nicht vorhanden betrachtet wurden; andere machten es gerade umgekehrt. Mein Bestreben war es dagegen, allen decapitirten Wurzeln gerecht zu werden, sowohl denjenigen, die nach einer Amputation ihrer Spitze gerade blieben, als auch denjenigen, die sich geotropisch krümmten. Ohne mich hier nochmals in eine Besprechung des Gegenstandes einzulassen, will ich nur bemerken, dass ich seiner Zeit unter Anderem den Nachweis geliefert habe, dass der empfindliche Theil der Wurzeln nicht überall dieselbe Grösse besitzt; man muss eben, um den Geotropismus zu eliminiren, zuweilen von der einen Wurzel etwas mehr abscheiden als von einer anderen. Eine Wurzel, die sich nach Amputation ihrer Spitze von bestimmter Länge nach geotropisch krümmt, würde dies nicht gethan haben, wenn man den Schnitt etwas weiter rückwärts gemacht hätte, oder, was dasselbe ist, eine solche Wurzel wird sich nicht mehr geotropisch krümmen, wenn man etwas mehr abschneidet und sie dann wiederum in horizontale Lage bringt. Die Grösse des empfindlichen Theils der Wurzel ist also variabel, überschreitet aber, wie ich nachgewiesen habe, niemals die Länge von 2 *mm*. Wird die Spitze in einer solchen Länge weggeschnitten, so tritt niemals, obgleich die einzelnen Wurzeln noch ein hinreichendes Längenwachsthum zeigen, eine geotropische Krümmung ein.

Eine derartige Formulirung meiner Ergebnisse macht doch, wie ich glaube, eine tabellarische Uebersicht der einzelnen Versuchsreihen vollständig überflüssig. Man könnte eine solche nur mit dem Gedanken verlangen, es seien in meinen Versuchen möglicher Weise doch noch Fälle gewesen, in denen sich Wurzeln trotz Entfernung der 2 *mm* langen Spitze noch geotropisch gekrümmt hätten.

Ferner ist Wiesner sehr ungehalten darüber, dass ich bezüglich der Retardation des Längenwachsthums, die zuweilen nach einer Amputation der Wurzelspitze eintritt, keine genauen Zahlen mitgetheilt habe. Ich glaube aber in meiner Abhandlung mich über diesen Punkt mit hinreichender Deutlichkeit (l. c. p. 229) ausgesprochen zu haben. Betreffs der Frage nach der Funktion der Wurzelspitze ist es meiner Meinung nach absolut gleichgültig, ob das Längenwachsthum einer Wurzel durch das Abtragen der Spitze etwas gefördert oder herabgesetzt wird, und p. 229 bemerke ich noch ausdrücklich: „Für die Untersuchung des Geotropismus decapitirter Wurzeln genügt es zu wissen, dass diese, so lange die Amputation 2 *mm* nicht überschreitet, noch wachsen und zwar so viel, dass sie sich recht gut geotropisch krümmen können, wenn überhaupt Neigung dazu vorhanden ist.“ Und dass decapitirte Wurzeln noch wachsen und zwar hinreichend wachsen, um sich geotropisch krümmen zu können, das ist von Wiesner selber, obgleich er ganz falsche Schlüsse aus seinen Versuchen zieht, nachgewiesen worden (Bewgv. p. 100 ff.).

Weiterhin bemerkt Wiesner über die Ausführung meiner Versuche: „Selbst eine Angabe über das Medium, in welchem die Wurzeln cultivirt wurden, fehlt.“ Am Schlusse der Einleitung zu meiner Abhandlung (l. c. p. 227) steht aber deutlich: „Bemerken will ich noch, dass meine Culturen entweder im feuchten Raum oder in Sägemehl ausgeführt wurden. Weiteres über diesen Punkt zu sagen, wäre mehr als überflüssig, da die betreffenden Culturmethoden fast in jeder Abhandlung beschrieben sind.“ [1])

Wiesner schliesst sodann die Besprechung meiner Arbeit mit der Bemerkung: „Was die von Krabbe gegen mich gerichteten kritischen Bemerkungen anlangt, so gebe ich dieselben dem objectiven Urtheil der Leser anheim und bemerke nur noch, dass die von ihm vorgenommene Umrechnung meiner Beobachtungen auf einer unrichtigen Voraussetzung beruht, indem er mir eine Form der procentischen Berechnung zumuthet, welche in meinem Buche gar nicht enthalten ist.“ Um zunächst bei der in der letzten Hälfte dieses Satzes aufgestellten Behauptung zu bleiben, so habe ich dem im „Bewegungsvermögen“ p. 101 enthaltenen Wortlaute entsprechend angenommen, Wiesner habe der procentischen Berechnung der Zuwachsgrössen der einzelnen Wurzeln die ganze Wurzellänge zu Grunde gelegt. Gegen eine derartige Berechnungsweise ist an und für sich gar nichts einzuwenden; sie giebt nur dann ein ganz falsches Bild von dem Längenwachsthum der einzelnen Wurzeln, wenn man die Zuwachsgrössen verschieden langer Wurzeln in Vergleich zieht und dies hat, wie ich auch jetzt noch behaupte, Wiesner gethan. Ob ich in diesem Punkte meinem Gegner Unrecht thue, darüber möge dieser selber entscheiden. Bevor Wiesner zur Mittheilung seiner Versuchsreihen übergeht, bemerkt er (Bewegv. p. 101): „In den nachfolgenden kleinen Tabellen bedeutet A anfängliche Länge der Wurzeln, Z_{24} Zuwachs nach 24, Z_{48} nach 48 Stunden.“ Und ganz diesen Angaben entsprechend wird in den nachfolgenden Tabellen (l. c. p. 102 ff.) unter A jedesmal die anfängliche Länge einer Wurzel und unter Z_{24} der Zuwachs einer Wurzel nach 24 Stunden, in Procenten ausgedrückt, angegeben. Wenn nun das, was hier in ganz klaren und gar nicht misszuverstehenden Worten aus-

---

1) In einer späteren Anmerkung p. 75 betont Wiesner noch besonders, dass man, um brauchbare Resultate zu bekommen, bei den Wurzelversuchen mit grosser Sorgfalt verfahren müsse; man müsse für einen konstant und absolut feuchten Raum sorgen und es dürften ferner die im feuchten Raum wachsenden Wurzel nicht zeitweilig mit Wasser besprengt werden u. s. w. Ich bin hier mit Wiesner vollständig einverstanden. Was aber folgt daraus? Doch nicht etwa, wie Wiesner meint, dass die betreffenden Wurzelversuche „gar nicht so einfach und so leicht durchführbar seien,“ wie ich behauptet hätte. Derartige Fehler, wie die von Wiesner betonten, lassen sich doch höchstens einige Male machen, dann aber nicht mehr; denn soviel Selbstkritik besitzt doch wohl jeder, um solche Fehler schliesslich zu vermeiden. Darum bin ich ganz im Gegensatz zu Wiesner der Ansicht, dass man den Leser mit einer langen und breiten Erörterung derartiger Nebendinge verschonen solle.

gesprochen und dementsprechend auch (auf dem Papiere wenigstens) ausgeführt ist, nicht richtig sein soll, dann weiss ich nicht, was die Wiesner'schen Versuche überhaupt bedeuten sollen. Doch beruht vielleicht der ganze Irrthum Wiesner's nur darauf, dass er sich zu sehr auf sein Gedächtniss verlassend das „Bewegungsvermögen“ vor dem Niederschreiben seiner letzten Mittheilung nicht genau durchgelesen hat. Es wird darum zur Klärung des Sachverhaltes beitragen, wenn wir einen klassischen Zeugen, nämlich den Assistenten Molisch vernehmen, der seiner Zeit für resp. mit Wiesner die betreffenden Wurzelversuche ausgeführt hat.

Im 8. Hefte des ersten Bandes dieser Berichte findet sich eine Mittheilung von Molisch „über das Längenwachsthum geköpfter und unverletzter Wurzeln,“ in der meine frühere an den Versuchen Wiesner's vorgenommene Correktur völlig acceptirt wird; p. 364 heisst es nämlich: „Ich halte es für das Beste als Ausgangspunkt der procentischen Berechnung die am Wurzelende liegende Strecke in einer Ausdehnung von 1 *cm* zu nehmen. Die wachsende Region befindet sich, wie ich mich bei dieser und allen folgenden Versuchsreihen überzeugte, stets innerhalb dieser Strecke.“ Was sollte diese Bemerkung für einen Sinn haben, wenn die Berechnung der Zuwachsgrössen der einzelnen Wurzeln bei den früheren Versuchen in derselben Weise ausgeführt worden wäre?

Was dann schliesslich die Hauptsache, nämlich meine Kritik der von Wiesner im „Bewegungsvermögen“ vorgebrachten Ansichten über den Geotropismus decapitirter Wurzeln betrifft, so freue ich mich, dass mein Gegner diese unangetastet lässt und sie einfach dem „objectivem Urtheil der Leser“ anheim stellt. Wie dieses Urtheil zum Theil wenigstens lautet, das ist aus einer mit Wiesner's Mittheilung in demselben Hefte erschienenen Abhandlung Brunchorst's[1]) zu sehen, in der meine Ergebnisse vollständig bestätigt werden.

Nach dieser Correktur der Wiesner'schen Bemerkungen bezüglich meiner früheren Arbeit will ich noch die Hauptpunkte seiner Mittheilung kurz besprechen. — Im „Bewegungsvermögen“ p. 101 ff. wird der Nachweis zu liefern versucht, dass die Wurzeln durch die Entfernung der Spitze in ihrem Längenwachsthum herabgesetzt werden. Nachdem in der Mittheilung p. 73 auf diese Thatsache hingewiesen ist, wird bemerkt: „Die von mehreren Seiten mir zugemuthete Behauptung, es bestehe eine strenge Proportionalität zwischen Geotropismus und dem Grade des Wachsthums habe ich niemals ausgesprochen, vielmehr durch zahlreiche Versuche bewiesen, dass eine gekappte Wurzel noch beträchtlich wachsen könne, ohne dabei selbst in günstigster Lage geotropisch zu werden.“ Zur Illustration der ersten Hälfte dieses Satzes könnte ich aus dem „Bewegungsvermögen“ mehrere Stellen anführen, ich beschränke mich indess auf eine Mittheilung der p. 99 (Bewegv.) stehenden Bemerkung, in der es heisst: „Ich werde nachweisen, dass geköpfte Wurzeln, gleich geköpften Stengeln weniger wachsthumsfähig sind als intact gebliebene, und dass sie nach Massgabe ihrer Wachsthumsfähigkeit noch geotropisch sind.“ Die zweite Hälfte des aus der Mittheilung citirten Satzes zeigt, wie Wiesner einfach Untersuchungen auf sein Conto schreibt, die zum Theil gerade zu seiner Widerlegung durchgeführt wurden (nämlich von Kirchner[1]). In derartige unlösbare Widersprüche verwickelt sich Wiesner noch öfter, z. B. p. 75, wo behauptet wird: „Was ich im „Bewegungsvermögen“ über die in Folge der Decapitation eintretende Retardation des Längenwachsthum von in feuchter Luft und feuchten Substraten wachsenden Wurzeln aussagte, ist durch die früher genannten umfassenden Untersuchungen von Molisch bestätigt worden.“ Nein, Molisch liefert in seiner Mittheilung über das Längenwachsthum geköpfter und unverletzter Wurzeln[2]) keine Bestätigung, sondern eine Widerlegung der Wiesner-schen Versuche, die an Vollständigkeit kaum etwas zu wünschen übrig lässt. Ich verweise hier auf die Abhandlung Brunchorst’s, in welcher dieser Punkt ausführlich erörtert wird (l. c. p. 83 ff.).

---

[1]) J. Brunchorst, Die Funktion der Spitze bei den Richtungsbewegungen der Wurzeln. I. Geotropismus. — Diese Berichte, Bd. II, p. 78 ff.

Um nun von diesen mehr nebensächlichen Dingen auf die Hauptsache, nämlich auf das geotropische Verhalten decapitirter Wurzeln zu kommen, so äussert sich hier Wiesner (l. c. p. 74) zuerst dahin, die Ansicht von der Empfindlichkeit der Wurzelspitze beruhe „auf einem logischen Fehler,“ denn wenn sich eine Wurzel nach Entfernung der Spitze noch geotropisch krümme, so stehe fest, dass die Anwesenheit der Wurzelspitze zur geotropischen Krümmung nicht erforderlich sei. Leider unterlässt Wiesner es, diese Behauptung zu substantiiren, da er sich gar nicht darüber ausspricht, was man nach ihm unter „Wurzelspitze“ zu verstehen hat. Da die Wurzelspitze kein morphologisch scharf umgrenztes Gewebe repräsentirt, so lässt sich die Grösse resp. Länge derselben mehr oder weniger willkürlich bestimmen. Wiesner aber scheint von der Vorstellung beherrscht zu sein, die Wurzelspitze d. h. der im Darwin’schen Sinne empfindliche Theil der Wurzel müsse überall von gleicher Grösse sein, eine Annahme, deren Willkürlichkeit zu sehr auf der Hand liegt, um an eine ernste Widerlegung derselben zu denken. Man könnte z. B. mit demselben Rechte die Forderung stellen, die reizbaren Köpfchen der Drüsenhaare von *Drosera* müssten stets die gleiche Grösse haben. — Ich behaupte nun, dass in all' den Fällen, in denen Wiesner nach Amputation der Wurzelspitze noch geotropische Krümmungen beobachten konnte, die Wurzelspitze d. h. der empfindliche Theil der Wurzel nicht vollständig entfernt worden war. Bis zu diesem Punkte also fällt der „logische Fehler“ auf Wiesner zurück.

---

[1]) O. Kirchner, Ueber die Empfindlichkeit der Wurzelspitze etc. Stuttgart. 1882.

[2]) Hans Molisch, Ueber das Längenwachsthum geköpfter und unverletzter Wurzeln. — Diese Berichte. Bd. I. p. 362 ff.

Dann fährt Wiesner (l. c. p. 74) also fort: „Wenn ich aber finden sollte, dass nach Entfernung der Spitze die geotropische Krümmung sich nicht einstellt, so folgt daraus noch nicht, dass der Geotropismus von der Spitze ausgehe, und noch weniger, dass die Spitze durch die Schwerkraft gereizt werde und den Reiz auf die wachsende Region übertrage.“ Mit dem Beweise dieser Behauptung würde allerdings die Darwin'sche Ansicht von der Empfindlichkeit der Wurzelspitze vollständig widerlegt sein. Allein es wird, abgesehen von den nachher zu besprechenden Experimenten mit dem Centrifugalapparat, eigentlich nicht einmal der Versuch einer Beweisführung gemacht. Wiesner springt vielmehr plötzlich auf ein ganz anderes Gebiet über und sucht plausibel zu machen, dass in Folge der Decapitation die geotropische Reaktionsfähigkeit einer Wurzel herabgesetzt werden müsse. Das sind aber, wie doch am Tage liegt, ganz nebensächliche Momente, durch welche der Kern der Sache gar nicht berührt wird. Ausserdem braucht Wiesner ja von seinem Standpunkte aus die Herabsetzung der geotropischen Reaktionsfähigkeit gar nicht plausibel zu machen (dies sind ja seine Prämissen), er muss vielmehr zu beweisen versuchen, wie eine Amputation der Wurzelspitze die völlige Aufhebung des Geotropismus zu verursachen im Stande ist. Ich möchte eben wissen, wie die zahlreichen Versuche zu erklären sind, in denen, wie ja Wiesner selber nachgewiesen zu haben behauptet, gekappte Wurzeln noch beträchtlich wachsen, ohne dabei in günstigster Lage geotropisch zu werden. Hier giebt es doch nicht mehr ein Mehr oder minder, sondern nur ein Entweder oder. Wenn nun auch, wie Wiesner annimmt, das Wegschneiden der Spitze eine Verminderung des Turgors zur Folge hat, so bleibt es doch absolut unbegreiflich — und Wiesner versucht dies auch gar nicht begreiflich zu machen — wie in den soeben hervorgehobenen zahlreichen, jedenfalls die Regel bildenden Fällen, in denen gekappte Wurzeln eben „beträchtlich“, fast genau so viel wie intakte, wachsen, wie in all' diesen Fällen die herangezogene Turgorverminderung die totale Aufhebung des Geotropismus nach sich ziehen kann, davon gar nicht zu reden, dass es schon mit dem Nachweis dieser Turgorverminderung seinen Haken hat.

Sodann sollen, wie Wiesner ferner für seine Ansicht anführt, nach Amputationen häufig unregelmässige Krümmungen der Wurzeln eintreten, durch welche der Geotropismus verdeckt werde. Das mag sein. Mir selbst sind in meinen zahlreichen Versuchen, abgesehen von

Eichenwurzeln, derartige unregelmässige Nutationen fast gänzlich unbekannt geblieben, und wo sie constatirt werden konnten, da vermochte ich auch beinahe stets die Ursache derselben anzugeben (plötzliche Temperaturveränderung, Aenderung im Feuchtigkeitsgehalt des Mediums z. B. durch Lüften der Glasglocken, schräger Schnitt u. s. w.). Dann aber meine ich, lässt sich aus derartigen Experimenten, in denen die Wurzeln unregelmässig gewachsen sind und Krümmungen nach allen möglichen Richtungen zeigen, bezüglich des geotropischen Verhaltens der Wurzeln gar nichts schliessen. Dies sieht Wiesner schliesslich auch selber ein, denn p. 77 heisst es: „Immerhin lässt diese Beweisführung vieles zu wünschen übrig, da sie nur bei einer grossen Zahl von Beobachtungen und grosser Sorgfalt zum Ziele führt und auch nicht zu einem zwingenden Schluss leitet: weil immer der Einwand, die Abwärtskrümmung sei noch kein absoluter Beweis für den Geotropismus, erhoben werden darf.“

Um nun alle diese Bedenken und Einwände mit einem Male zu zerstreuen, nimmt Wiesner zum „experimentum crucis“ seine Zuflucht, indem er geköpfte Wurzeln der Einwirkung einer bedeutenden Centrifugalkraft aussetzt. Wurzelkrümmungen sind nun zwar eingetreten, allein trotzdem spricht das Experiment in der Weise, wie es von Wiesner ausgeführt ist, durchaus nicht gegen eine Empfindlichkeit der Wurzelspitze. Denn es ist ganz ausser Acht gelassen worden, dass eine Verstärkung der Centrifugalkraft bis auf 41 *g* nicht nur eine Steigerung des Geotropismus, sondern auch eine ganz bedeutende Erhöhung des Eigengewichtes der Wurzeln im Gefolge hat, und dass wegen dieser Vermehrung des Eigengewichtes Wurzeln, die doch — besonders in der Zone maximalen Wachsthums — plastisch sind, sich nothwendig krümmen müssen, ohne deshalb im geringsten geotropisch zu sein. Ich bin der Mühe überhoben, mich bei diesem Punkte länger aufzuhalten, denn die Versuche, die in jüngster Zeit von Brunchorst (l. c. p. 90) unter Berücksichtigung und mit Vermeidung der eben erwähnten Fehlerquelle mit dem Centrifugalapparat ausgeführt sind, haben das entgegengesetzte Resultat geliefert. Auch der Centrifugalapparat ist ausser Stande, gekappte Wurzeln zur geotropischen Reaktion zu bringen.

Das sind die Gründe und Versuche, auf die Wiesner seine Ansicht stützt. Ich glaube, so lange keine besseren Erklärungsversuche für das Verhalten decapitirter Wurzeln der Schwerkraft gegenüber vorgebracht werden, wird man gut thun, an der Darwin'schen Ansicht festzuhalten.

Ich benutze schliesslich noch die Gelegenheit, um einen Einwand kurz zu berühren, der von verschiedenen Seiten gegen die Vorstellung Darwin's geltend gemacht ist. Man hat mit besonderer Betonung hervorgehoben, es dürfe eigentlich von vornherein nicht angenommen werden, dass ein embryonales Gewebe, wie das Wurzelmeristem, reizbar sei, denn das stehe im Pflanzenreiche ohne Beispiel da. Es ist dies meiner Meinung nach ein Einwand, wie er bedenklicher wohl kaum vorgebracht werden kann. Wollte man jede neue Ansicht mit der Behauptung zurückweisen, sie sei neu und habe ihres Gleichen nicht, so würde damit ja jeder Fortschritt in einer Wissenschaft unmöglich gemacht sein. Hätte man den positiven Nachweis geliefert, dass nur das Wurzelmeristem der Schwerkraft gegenüber empfindlich ist, dann würde eben ein embryonales Gewebe reizbar sein und ich weiss nicht, was man daran ändern könnte. Nun aber ist es allerdings sehr fraglich, ob gerade das punctum vegetationis die empfindliche Partie der Wurzel repräsentirt. Ich habe bereits in meiner früheren Abhandlung p. 232 hervorgehoben, dass zur Elimination des Geotropismus die Entfernung des ganzen Wurzelmeristems nicht immer nothwendig ist. Doch habe ich diese Frage seiner Zeit nicht eingehender geprüft, weil sie von ganz nebensächlicher Bedeutung ist. Die Hauptsache bleibt vielmehr, dass die Anwesenheit der Wurzelspitze in einer je nach den Einzelfällen etwas variirenden Länge zum Zustandekommen der geotropischen Krümmung erforderlich ist, und dass deshalb die Wurzelspitze die von Darwin behauptete Funktion besitzen muss. Genau wissen wollen, ob nun die ganze weggeschnittene Spitze oder nur ein bestimmter Zellenkomplex derselben den empfindlichen Theil darstellt, ist eine Frage, auf die man nach Lage der Dinge schwerlich eine präcise Antwort wird finden können.

Botan. Institut der Universität Berlin.

---

32. J. Brunchorst: Ueber die Funktion der Spitze bei den Richtungsbewegungen der Wurzeln.

II. Galvanotropismus.

(Mit Tafel IV.)

Eingegangen am 20. Mai 1884.

Ehe ich zu meinem eigentlichen Thema, die mögliche „Gehirnfunktion“ bei den durch galvanischen Strom hervorgerufenen Krümmungen übergehe, ist es nothwendig die Erscheinung des Galvano- oder Elektrotropismus ganz im Allgemeinen kurz zu betrachten. Das, was bis jetzt darüber bekannt wurde, ist nämlich sehr mangelhaft.

Entdeckt wurde diese Erscheinung durch Elfving[1]). Er fand, dass Wurzeln von den verschiedensten Pflanzen, wenn sie, in Wasser zwischen zwei Metallelektroden wachsend, der Einwirkung eines von gewöhnlich 4 Leclanche schen Elementen erzeugten Stromes ausgesetzt wurden, in kurzer Zeit eine Krümmung machten, wodurch die Spitze nach dem positiven Pole hingerichtet wurde, es entstand eine Krümmung gegen den positiven Strom. Die Krümmung trat in der wachsenden Region auf, wurde, wie gesagt, in kurzer Zeit bemerkbar (nach 1 Std. schon in mehreren Fällen), und trat bei verschiedenen Stromstärken (1—4 Leclanché, genauer nicht angegeben) auf.

Weil es für meine Untersuchung von besonderer Bedeutung ist, soll noch hervorgehoben werden, dass die Krümmung auch bei decapitirten Wurzeln eintritt, dass also die Spitze nicht die empfindliche oder wenigstens nicht die allein empfindliche Region ausmacht, wie dies ja für die geotropische Krümmung der Fall ist.

Aber noch eine andere galvanotropische Krümmung hat Elfving beobachtet. Er hat nämlich gefunden, dass Keimwurzeln von einigen Pflanzen eine der oben erwähnten entgegengesetzte Krümmung machen, ihre Spitze also nach dem negativen Pole hinrichten oder, mit anderen Worten, mit dem Strome wachsen. In dieser Weise galvanotropisch ist nach Elfving besonders *Brassica*; die anderen Wurzeln, die daraufhin untersucht wurden *(Lepidium*, *Sinapis* und *Raphanus)* gaben nämlich kein konstantes Resultat. „Bald blieben sie gerade, bald krümmten sie sich nach allen Seiten", oder wie er von *Raphanus* sagt, „bald krümmten sie sich alle nach dem negativen, bald nach dem positiven Pole, bald ganz unregelmässig". Von der Ursache dieses eigenthümlichen Verhaltens wird gar keine Erklärung gegeben.

. Das Resultat der Elfving'schen Arbeit ist also: dass sich viele Wurzeln im Strome nach dem positiven, manche, wie es scheint, willkürlich entweder nach dem negativen oder nach dem positiven und eine *(Brassica)* immer nach dem negativen Pole hin krümmen.

Durch die zweite diesbezügliche Arbeit von Müller-Hettlingen[2]) wird nun die Sache nicht viel klarer. Erstens bestätigt er die Angaben Elfving's über die Krümmungen der meisten Wurzeln nach der positiven Elektrode, findet aber, dass Elfving's einzige negativ-galvanotropische Wurzel, *Brassica*, wenn der Versuch in der Elfving-schen Weise angestellt wird, sich ebenso verhält wie die Wurzeln der anderen Pflanzen und sich nach dem positiven Pole krümmt; diese Pflanze musste also auch Elfving's „unbestimmten" Wurzeln zugereiht werden.

---

1) Ueber eine Wirkung des galvan. Stromes auf wachsende Wurzeln. (Botan. Zeit. 1882, p. 257).

2) Pflüger's Archiv f. Physiologie. Bd XXXI. p. 193.

Zweitens findet aber Müller-Hettlingen, dass es durch eine andere Versuchs-Anstellung möglich ist, die Wurzeln verschiedener Pflanzen *(Lepidium, Lactuca, Cheiranthus, Convolvulus, Medicago, Brassica)* und sogar *Faba* dazu zu bringen, dass sie sich nach dem negativen Pole hinlenken, wie es Elfving für *Brassica* beobachtet hatte. Seine Versuchs-Anstellung ist für die kleineren Samen die folgende:

Auf eine horizontale Glasplatte wurde ein Stück Flanell, was durch Eintauchen in Wasser immer nass gehalten wurde, ausgebreitet. Auf diesem Keimbette wurden die eben gequollenen Samen gelegt und zwar so, dass das Würzelchen in die Querrichtung der Platte gelegt war. Ueber die Samen kam, auf dünnen Glasleisten ruhend, nun noch eine Glasplatte, welche die Pflanzen feucht zu halten hatte und dann wurde der Strom durch das Flanell geleitet. Die Wurzeln wuchsen dann ganz gut und immer nach der negativen Polplatte zu, indem sie zum Theil durch das Flanell sich hindurchdrängten. Ich habe diesen Versuch mit *Lepidium* wiederholt und bestätigt gefunden, insofern als die Wurzeln, die durch das Flanell durchwuchsen, sich nach dem negativen Pole hinrichteten, glaube aber nicht, dass man berechtigt ist, viel daraus zu schliessen, selbst wenn man Kontrolversuche anwendet, was ganz unerlässlich ist, aber von Müller-Hettlingen nicht gemacht wurde.

Nachdem das Verhalten der Wurzeln im Strome ganz klar geworden, kann dieser Versuch einen bequemen Vorlesungsversuch abgeben, aber für die Analyse so verwickelter Vorgänge, wie die galvanotropischen Krümmungen, ist die Methode ganz verwerflich, weil die Wurzeln zu vielen störenden Einflüssen ausgesetzt sind. Erstens krümmen sich die horizontalen Wurzeln geotropisch in einem Bogen nach oben, zweitens stösst dieser Bogen auf die überdeckende Glasplatte auf und muss zur Seite weichen, drittens entwickelt sich auch das hypocotyle Glied des Sämlings, krümmt sich nach oben und stösst ebenfalls gegen die Glasplatte an, wodurch auch noch die Lage des Samens und die Richtung der Wurzel geändert werden kann, und was das Gefährlichste ist: eine geringe Neigung der Glasplatte nach dem einen Pole zu wird ebensogut wie ein Strom die Wurzeln veranlassen können, in Folge des Geotropismus in dieser Richtung zu wachsen. An eine Bestimmung der durchströmten Zone und der Region, in der die Krümmung vor sich geht, ist ja bei einer Versuchs-Anstellung, wo so viele Krümmungen mit ins Spiel kommen, nicht zu denken, und ebenso wenig kann die Stärke des Zweigstromes, welcher die Wurzel durchströmt, bestimmt werden.

Die Versuchs-Anstellung bei den grösseren Samen, wesentlich *Faba*, ist ebenso mangelhaft. Die Wurzeln krümmten sich im feuchten Raume geotropisch, bis die Spitze auf eine Wasserschicht, auf dem

Boden des Gefässes, aufstiess, wo dann die Spitze von der Elektrizität durchströmt wurde (und zwar muss dies schief, auf der einen Seite höher hinauf wie auf der anderen stattfinden, weil die Wurzeln doch nie senkrecht aufstossen). Näher auf die Mängel dieses Versuchs einzugehen, ist aber nicht nöthig, weil das Resultat dieselbe am deutlichsten anzeigt: Die Wurzeln krümmten sich öfter nach dem negativen Pole, aber „sehr oft“ trat auch die Elfving'sche, also die entgegengesetzte Krümmung auf.

Klar ist, wie man sieht, die Sache durch diese Versuche nicht geworden, und klarer wird sie nicht dadurch, dass bei der erwähnten Versuchsanstellung bei *Brassica* immer gleichzeitig die Elfving'sche Krümmung nach dem positiven Pole und die galvanotropische, wie Müller dies nennt, nach dem negativen auftritt oder dadurch, dass, wenn das Keimbett vertikal gestellt wird, jede Krümmung aufhört.

Hiermit werde ich diese kritischen Bemerkungen abschliessen und erwähne nun zuerst die

Versuchs-Anstellung.

Ich benutzte zwei verschiedene Apparate, den einen für stärkere, den anderen für schwache Ströme. Für beide gemeinsam ist, dass die Elektroden Kohlenplatten von etwa 8 *qcm* sind.

Diese sind mit 1 *cm* tiefen Bohrlöchern zur Aufnahme der Zuleitungsdrähte versehen. Für stärkere Ströme ist der Apparat derselbe wie der von Elfving. Die Kohlenplatten wurden mitten auf zwei Holzstäbe aufgekittet, die Holzstäbe dann einfach auf dem Rande eines Glasgefässes aufgelegt. Auf dem Boden des Gefässes wird eine Korkplatte zum Feststechen der grösseren Samen gekittet. Die kleineren Samen *(Brassica*, *Lepidium* u. s. w.) wurden auf dem von Gaze gebildeten Boden viereckiger Holzrahmen ausgesäet, die Rahmen auf Sägespähne gelegt und die Samen mit Sägespähnen bedeckt. Wenn die Wurzeln eine passende Länge hatten, wurden die Rahmen mit den Wurzeln einfach hochgehoben, ein wenig geschüttelt, damit anhängende Sägespähne entfernt werden, und man hat eine grosse Anzahl in ihrem Wachsthum nur wenig gestörter Wurzeln zur Beobachtung fertig.

Der andere Apparat ist etwas komplizirter gebaut und wird für schwächere Ströme benutzt, wo eine Ausschliessung der Wirkung der Schwerkraft wünschenswerth ist. Er besteht aus einem Glascylinder, der in eine dreiarmige Fassung passt, die mit dem Pfeffer'schen Klinostaten verbunden ist (vergl. Taf. IV). Der Glascylinder hat passend eine Höhe von ca. 14 *cm*.

In diesen Cylinder wird nun ca. 8 *cm* vom Boden eine 5 *mm* dicke Korkplatte (*k*) eingekittet, an welcher unten die zwei Kohlenelektroden (*el*, *el*) mittelst Korkleisten und Kitt[1]) befestigt sind. Durch die Korkplatte gehen die zwei mit Guttapercha isolirten Leitungsdrähte (*l*) zu zwei engen mit Quecksilber gefüllten Löchern in den schmalen angekitteten Seiten der Kohlenelektroden.

---

[1]) aus Wachs und Colophonium.

In die Korkplatte sind vor der Einsetzung eine Anzahl von (bei meinem Apparat 13) Löchern gebohrt, die gerade so weit sind, dass *Phaseolus*- und *Faba*wurzeln bis zum obersten Ende in dieselben hineingehen. Am besten werden die Löcher mit dem konischen Ende einer runden Feile gebrannt.

Der Cylinder ist mit einem runden Holzdeckel (*d*) bedeckt, welcher mit einer ringförmigen Rinne über den Rand desselben hinübergreift. Auf den Deckel, und zwar genau in die Mitte, kommt nun die Vorrichtung zur Einleitung des Stromes zu den Elektroden. Diese besteht aus einem dickeren Kupferdraht (*D*), auf dessen Ende eine runde Kupferscheibe (s_1) aufgelöthet ist, und aus einem dünneren isolirten Draht mit einer ebensolchen Kupferplatte (s_2), welche in der Mitte ein Loch hat, wodurch der andere Draht durchgesteckt wird, während der dünne Draht um denselben umgewickelt wird. Unten sind beide Drähte mit Klemmschrauben (*S*, *S*) versehen, welche die Leitungsdrähte der Elektroden aufnehmen. Unter die zwei runden Kupferplatten wird ein länglicher, in der Mitte durch eine Holzwand getheilter Trog mit Quecksilber gestellt, in welches die Platten eintauchen und dessen beide Hälften je einen der von den Elementen kommenden Drähte aufnehmen.

Wirkung verschieden starker Ströme.

Mit dem hier beschriebenen Apparate wurden nun die Wurzeln verschiedener Pflanzen in Bezug auf ihr Verhalten gegenüber verschieden starken galvanischen Strömen untersucht, und zwar wurden dem Versuch unterworfen: *Phaseolus multiflorus*, *Vicia Faba*, *Lupinus luteus*, *Helianthus giganteus*, *Cucurbita Pepo*, *Brassica oleracea* (Kopfkohl), *Sinapis alba* und *Lepidium*. Besonders wurde *Phaseolus* als sehr geeignet befunden, weil sie besser wie *Faba* Temperaturänderungen und Umsetzen aus Sägespähnen, in welchen die Wurzeln gewöhnlich gezogen wurden, in Wasser verträgt, ohne unregelmässige Krümmungen zu machen.

Ich gebe nachstehend einige Tabellen, die aus meinen Notizen zusammengestellt sind, die aber meistens nur die Versuche umfassen, wo die Stromstärke mittelst des Kupfervoltameters genau bestimmt wurde; die vielen anderen, deren Resultat dasselbe ist, wo aber keine Messungen stattfanden, sind weggelassen. In der Tabelle sind die Versuche nach der Stromstärke angeordnet und zwar so, dass ich mit der niedrigsten Stromstärke anfange. In der ersten Vertikalreihe ist die pro Stunde im Voltameter ausgeschiedene Kupfermenge als Maass der Stromstärke in Milligrammen angegeben. In der zweiten und dritten Reihe kommen dann zur Orientirung die Anzahl Elemente und die Entfernung der Elektroden, welche diese Stromstärke gegeben haben, in der vierten die Anzahl Wurzeln, welche dem Versuche unterworfen wurden und in der fünften Reihe endlich sind die Krümmungen angeführt. Ich fange mit *Phaseolus* an, weil bei dieser die Tabelle am vollständigsten ist.

Phaseolus.

Temperatur 20—21° C.

Nummer	Cu pro Stunde *mg*	Elemente	Abstand der Electroden	Anzahl der Wurzeln	Krümmung
I	0,14	1	8	6	2 negative, 4 gerade oder seitliche
II	0,32	1	8	5	4 negative, 1 gerade
III	0,54	2	8	17[1]	13 negative, 3 gerade oder seitliche
IV	3,5	3	8	6	alle sehr stark negativ, ein Paar rechtwinklig.
V	5,6	4	7	10	Temperatur 14—15° C., 4 positiv, 6 *s*-förmig, Spitze schwach negativ.
VI	17,0	5	5	8	5 stark positiv, 3 *s*-förmig, Spitze negativ.

Wie man aus der Tabelle sieht, wirkt der schwächste zur Anwendung gekommene Strom (0,14 *mg* per Stunde) kaum mehr richtend auf die Wurzeln ein. Schon bei ein wenig stärkerem Strom ist eine deutliche Wirkung zu bemerken und bei 3,5 *mg* per Stunde machten alle Wurzeln starke, zum Theil rechtwinklige Krümmungen nach dem negativen Pole.

Steigt die Stromstärke noch mehr, dann tritt die entgegengetzte, von Elfving allein beobachtete Krümmung nach dem positiven Pole ein, welche auch bei den stärksten Strömen noch auftritt, und zwar um so schneller, je stärker der Strom ist. Bei einer Stromstärke von 5,6 *mg* per Stunde und auch, wennschon weniger häufig bei stärkeren Strömen, tritt ausser der positiven Krümmung noch eine andere, die ich in der Tabelle als „*S*-förmige“ bezeichnet habe, auf. Dieselbe ist auf Taf. IV abgebildet und besteht in einer in der am stärksten wachsenden Region belegenen Krümmung nach dem negativen Pole und einer etwas höher hinaufgreifenden nach dem positiven. Diese Krümmung habe ich sowohl bei *Phaseolus*, wie bei *Faba* und andere Pflanzen gesehen und zwar immer bei einer Stromstärke, welche an der Grenze zwischen der niedrigeren liegt, wo nur negative Krümmungen auftreten und der höheren, wo nur oder meistens positive zu finden sind, und es ist auch sehr erklärlich, dass eine solche Krümmung zu Stande kommen muss.

---

[1] 2 Versuche bei derselben Stromstärke.

Wenn eine bestimmte Stromstärke eine negative, eine stärkere eine entgegengesetzte positive Krümmung hervorruft, müsste ja nothwendigerweise ein Grenzwerth zu finden sein, wo die Wurzel gerade bliebe, vorausgesetzt, dass beide Krümmungen gleich stark sind und in genau derselben Region stattfinden. Dieser Grenzwerth ist nun, glaube ich, eben der, bei welcher die *S*-förmige Krümmung zu Stande kommt, nur bleibt die Wurzel nicht gerade, weil die zwei einander entgegenwirkenden Krümmungen verschiedener Natur sind, und nicht genau dieselbe Region der Wurzel betreffen, und weil auch die Stromstärke während der Versuchsdauer immer etwas abnimmt. Zuerst, wenn die Stromstärke am grössten ist, machen die Wurzeln eine schwach positive Krümmung, zu welcher nachher, wenn die Stromstärke schwächer wird, die negative hinzukommt. Auch andere Umstände kommen hier in Betracht, auf die ich aber hier nicht näher eingehen werde, aber jedenfalls repräsentirt die Stromstärke, welche *S*-förmige Krümmung hervorbringt ungefähr den Werth, wo der Uebergang der negativen in die positive Krümmung stattfindet. Natürlich ist diese bei individuell verschiedenen Wurzeln verschieden und nimmt auch, wie ich glaube, mit der Temperatur und dem daraus folgenden stärkeren Wachsthum zu. Diese Details gehören aber nicht hierher, wo wir ja mit dem Galvanotropismus im allgemeinen nur insofern zu thun haben, als es für die Frage nach der Funktion der Spitze nothwendig ist, und dafür genügt es zu konstatiren, dass verschieden starke Ströme entgegengesetzte Krümmungen hervorrufen.

Um nun zu den anderen untersuchten Pflanzen überzugehen, so verhält sich *Faba* ebenso wie *Phaseolus*, im allgemeinen wenigstens. Der „Grenzwerth" liegt wohl hier etwas anders, aber was das wichtigste ist: bei schwachen Strömen erhält man negative, bei stärkeren positive Krümmung und dazwischen liegt ein Punkt, wo man theils positive, theils *S*-förmige Krümmung erhält (vgl. Taf. IV). Aus verschiedenen zufälligen Ursachen sind die Versuche mit *Faba* unvollständiger geworden, wie die mit *Phaseolus*, welche Pflanze sich viel besser für diese Experimente eignet und gebe ich deshalb (hier wenigstens) keine Tabelle über das Verhalten dieser Pflanze

Bei den eben erwähnten zwei Species habe ich um die negative Krümmung ganz rein und ungestört durch Geotropismus zu bekommen den vorhin beschriebenen Apparat zur Durchströmung während einer langsamen Drehung auf dem Klinostaten benutzt; dies ist bei der dritten Leguminose, *Lupinus*, die ich untersucht habe, nicht nöthig. Ich gebe nachstehend die ziemlich vollständige Tabelle für dieselbe.

Lupinus.

Temperatur 19—21° C.

Nummer	Cu pro Stunde *mg*	Elemente	Abstand der Electroden	Anzahl der Wurzeln	Krümmung
I	—	3	7	10	alle negativ
II	4,8	3	4,5	13	9 gerade, 2 negativ, 1 positiv[1])
III	7[2])	6	4,5	10	5 positiv, 4 negativ, 1 gerade
IV	10,2	5	4,5	18	16 schon nach ein Paar Stunden stark positiv, 2 grade

Bei Lupinen habe ich nie eine der für *Faba* und *Phaseolus* charakteristischen *S*-förmigen Krümmungen erhalten, dagegen kommt es bei mittlerer Stromstärke oft vor, dass sich die Wurzeln erst schwach positiv krümmen um nachher gerade zu werden oder dass die Wurzeln theils negativ, theils positiv sind. Um eine Stromstärke von etwa 6 *mg* pro Stunde herum liegt wohl auch hier der Grenzwerth, obwohl diese Bestimmung keine Genauigkeit beanspruchen kann; auch hat es ja einstweilen keinen Zweck, dieselbe genau zu bestimmen.

Nachstehend gebe ich nun einige kurze Tabellen, die unter anderem das Verhalten von *Brassica* zeigen, mit welcher Elfving und Müller-Hettlingen gerade entgegengesetzte Resultate bekommen haben, der erstere immer nur negative, der letztere nur positive Krümmungen. Wie man sieht, giebt sie beiderlei je nach der Stromstärke.

Brassica.

Temperatur 18—20° C.

Nummer	Cu pro Stunde *mg*	Elemente	Abstand der Electroden	Anzahl der Wurzeln	Krümmung
I	8,4	3	4,5	10	alle stark negativ, turgescent und nachher weiter gewachsen. (Taf. IV, rechts unten.)
II	14	6	9	400[3])	schon nach wenigen Stunden Spitzen negativ, bei vielleicht den meisten im oberen Theil eine Krümmung nach dem positiven Pole. (Mittlere Figur.)
III	24	8	4,5	10	alle nur positiv, schlaff und abgestorben. (Links unten.)

---

1) Nach 2 Stunden waren alle schwach positiv, nachher sind sie gerade geworden.

2) ungefähr.

3) 2 Versuche mit je ca. 200 auf Gaze gewachsenen.

Lepidium.

Nummer	Cu pro Stunde mg	Elemente	Abstand der Elektroden	Anzahl der Wurzeln ca.	Krümmung
I	—	3	6	100	schwach negativ.
II	—	6	9	500	alle kräftig negativ (auf Gaze gewachsen)
III	—	8	9	200	in einem scharfen Bogen negativ (2 Versuche mit je 100 auf Gaze gewachsenen Wurzeln)
IV	16	7	4,5	100	einige positiv, die meisten negativ.
V	37	8	4	10	nach 1 Stunde alle positiv.

Sinapis.

Temperatur 19—21° C.

Nummer	Cu pro Stunde mg	Elemente	Abstand der Electroden	Anzahl der Wurzeln	Krümmung
I	8,4	3	4,5	10	negativ, schon nach wenig Stunden deutlich, nach 22 beinahe rechtwinklig.
II	22,9	8	4	10	positiv, schon in 2 Stunden stark.

Helianthus.

Nummer	Cu pro Stunde mg	Elemente	Abstand der Electroden	Anzahl der Wurzeln	Krümmung
I	4,9	3	4,5	9	alle schwach, aber deutlich, negativ, im oberen Theil eine sehr schwache positive Krümmung bemerkbar.
II	6,0	4	4,5	6	während den ersten 6 Stunden alle schwach positiv, nach weiteren 15 Stunden überall eine ganz starke negative Krümmung hinzugekommen, ganze Wurzel also *s*-förmig.
III	22,0	8	4,5	6	schon nach 3 Stunden alle energisch positiv.

Aus dem übereinstimmenden Ergebnisse dieser Versuche geht nun hervor, dass Elfving's Annahme „der Sinn der Krümmung ist von der Stromstärke unabhängig", für die angeführten sieben, zu drei weit verschiedenen Familien gehörige Pflanzen wenigstens, nicht zutrifft; der Sinn der Krümmung ist eben im höchsten Grade von der Stromstärke abhängig und zwar so, dass schwächere Ströme Krümmungen hervorrufen, deren Concavität nach der negativen Electrode gerichtet ist, stärkere Ströme dagegen solche, deren Concavität gegen die positive Electrode gewendet ist.

Auf der Grenze zwischen derjenigen Stromstärke, welche negative und derjenigen, welche positive Krümmung hervorruft, liegt eine, welche bei einigen Pflanzen, besonders *Phaseolus* und *Faba* die auf Taf. IV abgebildeten *S*-förmigen Krümmungen hervorruft; andere Wurzeln, wie z. B. Lupinen, bleiben aus unbekannten Gründen gerade oder einige krümmen sich negativ, andere positiv, ohne dass an derselben Wurzel die *S*-förmige Combination dieser beiden Krümmungen auftritt. Bei *Brassica* tritt bei mittleren Stromstärken (und zwar, wie mir es scheint, vorwiegend an den dem positiven Pole genäherten Wurzeln, (was auf eine chemische Wirkung der dort ausgeschiedenen Stoffe hindeutet) eine in der mittleren Figur unten abgebildete, mit der *S*-förmigen, wohl am ehesten vergleichbare, eigenthümliche Krümmung auf. *Lepidium* gab in einem Versuche auch eine sehr ausgesprochene *S*-förmige Krümmung (vergl. Tafel). An der Allgemeinheit des obigen Resultates glaube ich nach den sonstigen Erfahrungen über das Verhalten der Wurzeln nicht zweifeln zu müssen; ein Unterschied ist aber schon bei diesen wenigen Pflanzen bemerkbar: die Stromstärke, welche erforderlich ist, um positive Krümmungen hervorzurufen, oder wenn man will, die Grenze zwischen negativen und positiven Krümmungen liegt bei verschiedenen Pflanzen bei verschiedener Stromstärke.

Bei den Leguminosen und, wie ich glaube, besonders bei *Faba* ist sie sehr niedrig, positive Krümmungen treten bei sehr schwachen Strömen schon ein; bei den Cruciferen und vielleicht besonders bei *Brassica* liegt sie dagegen sehr hoch. Wo sie liegt und wovon sie abhängt, hat ja für diese Untersuchung wenig Bedeutung, und muss überhaupt noch näher untersucht werden. Wahrscheinlich werde ich in einer anderen Arbeit darauf zurückkommen.

Durch dieses Resultat erklären sich nun die Widersprüche zwischen Elfving's verschiedenen Versuchen mit *Sinapis*, *Lepidium* und *Raphanus*, welche sich zum Theil nach dem positiven, zum Theil nach dem negativen Pole krümmen, und es wird auch verständlich, warum er nur bei *Brassica* ausschliesslich negative Krümmungen erhalten hat, während sich seine meisten Wurzeln nur positiv verhielten: er hat eben, wie auch aus seinen Angaben über Anzahl der Elemente, Grösse und Entfernung der Elektroden hervorgeht, ziemlich starke Ströme gehabt, welche bei *Brassica* noch negative Krümmungen hervorbringen, während *Phaseolus*, *Faba*, *Cucurbita*, *Helianthus* u. and. bei denselben Strömen schon energische positive Krümmungen ausführen. Bei einer Stromstärke von 12—16 *mg* Cu. pro Stunde würde dies der Fall sein, und dieser Strom würde wahrscheinlich auch den Grenzwerth bei *Sinapis* und *Lepidium* treffen. Genaueres über seine Stromstärke giebt Elfving nirgends an. Auch wird durch meine Versuche der eigenthümliche Widerspruch zwischen Müller-Hettlingen's und Elfving's Versuchen mit *Brassica* gehoben; der erstere hat nur negative, der letztere nur positive Krümmungen erhalten, also auch wegen der verschiedenen Stromstärke, welche bei Müller-Hettlingen in der That sehr gross gewesen sein muss (2 Groves, Elektroden 1 × 3,4 *cm* gross und nur 2,2 *cm* entfernt), jedenfalls sicher bedeutend höher wie Elfving's.

Von einem verschiedenen Verhalten verschiedener Pflanzen dem Strom gegenüber, (etwa negativ und positiv galvanotropische Wurzeln, wie Elfving annimmt) kann also nicht die Rede sein, ebensowenig von einem möglichen Zusammenhange galvanotropischer mit heliotropischen Eigenschaften[1]).

Was die Nebenwurzeln betrifft, bei denen Elfving auch positiven Galvanotropismus erhalten hat, so werden sie sich wohl ganz wie die Hauptwurzeln verhalten. Nur mit *Phaseolus* habe ich ein Paar Versuche gemacht und die schönsten negativen Krümmungen erhalten. Sowohl die Wurzeln, die senkrecht auf der Stromrichtung orientirt waren, wie diejenigen, die schief dazu standen, hatten sich scharf umgekrümmt, so dass das äusserste Stück in der Stromrichtung lag und die Spitze gegen die negative Electrode gerichtet war. Die Stromstärke betrug 4—5 *mg* Cu pro Stunde.

Elfving hat bei Wurzeln in Erde keine Krümmungen erhalten können. Ich habe einen Versuch mit Sägespähnen gemacht, und bei *Faba* deutliche, obschon ganze schwache positive Krümmungen erhalten. Die Stromstärke war sehr gross und die Wurzeln ganz geschwärzt und vollständig getödtet.

Funktion der Spitze.

Die nächste Frage, nachdem das galvanotropische Verhalten der Wurzeln klargelegt ist, ist nun die: wie verhält sich die Spitze? Ist hier eine „Gehirnfunktion“ nachweisbar, und ist sie es bei beiden entgegengesetzten Krümmungen, oder verhalten sich diese verschieden?

Elfving hat schon mit decapitirten Wurzeln Versuche gemacht und hat (wie bei seinen intacten) positive Krümmungen erhalten. Er scheint jedoch nur mit *Faba* und *Phaseolus* experimentirt zu haben.

Nachdem es festgestellt ist, das verschiedene Ströme verschiedene

---

[1]) Wie Elfving nach seinen Versuchen auf die Idee einer solchen Möglichkeit kommen konnte, ist mir unverständlich, da doch auch seine positiv galvanotropischen Wurzeln negativ heliotropisch sind, ob auch schwächer wie *Brassica*, und wenn er nebenbei *Sinapis* negetativen Heliotropismus abspricht, so muss ich die Richtigkeit dieser Angabe auf das entschiedenste bestreiten. *Sinapis* ist und bleibt stark negativ heliotropisch, obwohl auch *Brassica* diese Eigenschaft in noch höherem Grade besitzt.

Wirkungen auf intacte Wurzeln haben, musste nun auch das Verhalten decapitirter Wurzeln näher geprüft werden. Ich habe Versuche mit sämmtlichen oben genannten Pflanzen gemacht. Die Versuche sollen hier kurz aufgeführt werden und zwar fange ich wieder mit *Phaseolus* an.

Decapitirte Wurzeln dieser Pflanze habe ich den verschiedensten Stromstärken ausgesetzt, von 20 *mg* Cu pro Stunde und noch mehr, bis herunter zu 0,14 *mg*. Wenn Krümmungen eintraten, krümmten sich die Wurzeln ohne Ausnahme positiv. Bei starken Strömen tritt die Krümmung in kurzer Zeit (wenigen Stunden) ein und ist sehr stark, oft rechtwinklig. Bei schwächeren Strömen sind die Krümmungen schwächer und bei Strömen, die nur 3,5 bis 0,54 *mg* Cu pro Stunde ausscheiden, bilden die Krümmungen auch nach 24 Stunden nur noch einen ganz flachen Bogen von sehr grossem Krümmungsradius. Bei noch schwächeren Strömen ist keine deutliche Einwirkung mehr zu bemerken, die Wurzeln machen kleine willkürliche Krümmungen nach allen Seiten hin, wie es decapitirte Wurzeln immer machen, eine Beeinflussung ist nicht mehr zu bemerken. Bei einer Stromstärke von 0,54 *mg* und noch mehr bei der von 3,5 *mg* pro Stunde habe ich auf dem Klinostaten zugleich mit decapitirten und intacten Wurzeln experimentirt, und den eigenthümlichen Anblick bekommen, dass sich die letzteren stark negativ krümmten, während die ersteren in ganz schwachem Bogen der positiven Electrode zugewendet waren. Besonders ist hierbei in Betracht zu ziehen, dass bei schwachen Strömen die Krümmung langsamer eintritt und viel schwächer ist, wie bei stärkeren. *Faba* und *Lupinus* verhalten sich ebenso. Bei den verschiedensten Stromstärken sind immer nur positive Krümmungen zu erzielen. Mit *Brassica*, *Sinapis* und *Helianthus* habe ich je zwei Versuche gemacht und zwar bei je zwei verschiedenen Stromstärken, die so gewählt waren, dass die intacten Kontrollwurzeln sich bei dem einen negativ, bei dem anderen positiv krümmten. In denjenigen Versuchen, wo die intacten negativ wurden, blieben die decapitirten gerade oder machten theilweise (*Helianthus*) eine schwache positive Krümmung; da wo intacte positiv wurden, wurden es auch die decapitirten und zwar gleich stark.

Hieraus geht nun in Uebereinstimmung mit Elfving's Versuch hervor, dass die Spitze bei der positiven Krümmung keine besondere Rolle spielt, und dass diese Krümmung durch Einwirkung auf die ganze wachsende und sich krümmende Region der Wurzel hervorgebracht wird. Gleichzeitig kann man aber aus diesen Versuchen sehen, dass decapitirte Wurzeln unfähig sind, die negativen bei intacten Wurzeln durch schwächere Ströme bewirkten Krümmungen auszuführen; dies zeigt, dass bei der negativen Krümmung die Spitze allein die empfindliche Region ist, von welcher aus der Reiz auf die obere Region übertragen wird.[1]) Noch weiter nachgewiesen wird dies durch folgenden Versuch mit *Phaseolus*.

In einer Krystallisirschale wurde auf dem Boden eine Korkplatte aufgekittet, auf derselben wurden die zwei am Rande des Gefässes befestigten Kohlenelectroden aufgestellt. Dann wurde Wasser eingefüllt und 7 *Phaseolus*wurzeln mittelst Stecknadeln so in dem Gefässe befestigt, dass nur die äussersten Spitzen bis ungefähr 1 *mm* und nirgends mehr wie 2 *mm* in das Wasser eintauchen. Durch das Wasser wurde der Strom von 5 Elementen geleitet. Jede Stunde wurden die Wurzeln an den Stecknadeln ein wenig in die Höhe gezogen, so dass sie nie tiefer wie bis zu dem durch einen Tuschstrich markirten zweiten *mm* eintauchten. Schon nach 3 Stunden waren bei vier der 7 Wurzeln deutlich erkennbare, ob auch noch ganz schwache Krümmungen, in dem oberhalb des Wassers befindlichen Theile der Wurzeln eingetreten, nach 5 Stunden war die Krümmung bei allen Wurzeln sehr deutlich geworden und zwar war die Concavität derselben nach dem negativen Pole hingerichtet. Bei einer Wurzel war die Krümmung so stark, dass die Spitze aus dem Wasser herausgehoben war, und zwar lag die Mitte derselben in der am stärksten wachsenden Region, und die Krümmung sah genau wie eine gewöhnliche geotropische Krümmung aus.

Die Wurzeln wurden dann herausgenommen, 1,5 *mm* von den Spitzen decapitirt und wieder in derselben Stellung wie vorher in den Stromkreis derselben Elemente eingesetzt, nur mit dem Unterschiede, dass jetzt die ganzen Wurzeln bis zu den *Cotyledonen* in das Wasser eintauchten. Am anderen Morgen (nach 14 Stunden) hatten sich sämmtliche Wurzeln stark gegen die positive Elektrode hingekrümmt. Dies zeigt also: dass derselbe Strom, welcher auf die ganze intacte Wurzel oder auf die wachsende Region derselben allein einwirkend eine positive Krümmung hervorrufen würde, wenn er auf die Spitze allein einwirkt, die entgegengesetzte Krümmung nach dem negativen Pole zu Stande bringt.

Das ganze hier dargelegte Verhalten der Wurzeln gegen verschieden starke Ströme sich entgegengesetzt zu verhalten, indem für den einen die Spitze allein, für den anderen die ganze wachsende Region empfindlich ist, wäre ein sehr merkwürdiges Verhalten, wenn beide Krümmungen, die positive wie die negative den eigentlichen Richtungsbewegungen der Wurzeln vollständig analog wären und auf einer ähnlichen Reaction der Wurzel gegen äussere Kräfte beruhten wie z. B. die geotropischen Krümmungen. Ich glaube aber nicht, dass dies der Fall ist, wenigstens nicht was die positive Krümmung betrifft.

---

[1]) Müller-Hettlingen nimmt dasselbe an, nur hat er mit seiner schlechten Versuchsanstellung einen exakten Beweis nicht geliefert. Decapitiren der Wurzeln kannte er, wie es scheint, gar nicht.

Wenn man Elfving's Arbeit durchliest, muss es schon auffallen, dass seine Wurzeln immer, sowie die positive Krümmung eingetreten ist, auch abgestorben sind, wenigstens an der Spitze, und dass der Strom eine sehr starke Verlangsamung des Wachsthums bewirkt. Dies habe ich auch durchweg bestätigt gefunden. Elfving giebt nur einmal an, wie gross die Verlangsamung gewesen ist. 7 *Faba*wurzeln hatten an der convexen (also längsten) Seite während 6 Stunden durchschnittlich nur 4,7 *mm* zugenommen, während sich die ausserhalb des Stromkreises befindlichen während derselben Zeit um 7,2 *mm* verlängert hatten. Wenn man in Betracht zieht, dass dies die Verlangsamung schon während der ersten 6 Stunden ist und die längste Seite betrifft, so ist sie schon ziemlich gross. Ich habe den Zuwachs gewöhnlich sogar geringer gefunden, was wohl von der Temperatur abhängt, jedenfalls ist die Verlangsamung sehr bedeutend, und was sehr wichtig ist: ein Absterben der Wurzeln an der Spitze findet nach einiger Zeit immer statt. In Folge dieses Absterbens findet gewöhnlich bei Wurzeln, die längere Zeit im Strome waren und darin eine positive Krümmung ausgeführt haben, nur ein sehr geringes Wachsthum während der nächsten 24 Stunden statt, wenn die Wurzel in gewöhnlichem Wasser weiter wächst. Manche Wurzeln wachsen während diesen nächsten 24 Stunden nur an der convexen Seite weiter, was eine Zunahme der Krümmung zur Folge hat (z. B. sehr deutlich in einigen Versuchen mit Kürbis und *Faba*) manche wachsen auf beiden Seiten etwas, aber ausserordentlich wenig, weil die äussersten wachsenden Zonen abgestorben sind, und der Zuwachs erlöscht bald, weil die obere Zone in den Dauerzustand übergeht. Es findet dann nur noch Bildung von Nebenwurzeln statt, welche die Hauptwurzel ersetzen. Schon dieses beinahe ohne Ausnahme erfolgende Absterben der Wurzel, welches also besonders oft auf der concaven Seite stattfindet, deutet darauf hin, dass man es hier mit einem von den Richtungsbewegungen ganz verschiedenen Phänomen zu thun hat. Die Gründe, welche für die Ansicht sprechen, dass die positiv galvanotropische Krümmung eine den Richtungsbewegungen gleichwerthige Krümmung ist, sind wohl besonders zwei: dass sie auf Wachsthum beruht, sich also, wenigstens nach einiger Zeit, nicht durch Plasmolyse beseitigen lässt, und dass die Krümmung in der am stärksten wachsenden Region stattfindet, also dieselbe Form hat, wie die geotropische Krümmung. Beide Thatsachen sind, wie ich glaube, richtig, (die letztere jedoch mit Modification), aber sie beweisen nicht, was sie beweisen sollen, denn wenn man bei einer Wurzel, durch Höllenstein z. B., die wachsende Region auf der einen Längsseite tödtete, dann würde sich auch eine Krümmung einstellen, welche aber mit den Richtungsbewegungen, die eine Reaction der Wurzel gegen äussere Einflüsse einschliessen, nichts zu thun hätte, die sich aber auch nicht durch Plasmolyse beseitigen liesse und auch in der am stärksten wachsenden Region am stärksten sein würde.

Ein anderer Versuch, welcher meiner Ansicht nach beweist, dass die positiv galvanotropische oder wie man sie vielleicht besser nennen könnte, die Elfving'sche Krümmung nichts mit den Richtungsbewegungen zu thun hat, ist folgende. Bei einer grösseren Stromstärke kommen, wie früher schon erwähnt, bei *Phaseolus* und *Faba* theils positive, theils *S*-förmige Krümmungen vor, deren unterster Bogen nach dem negativen Pole gerichtet ist. Wenn die positiv galvanotropische Krümmung, wie der Geotropismus, auf einer Reaction gegen äussere Agentien beruhte, und dieselbe dem Geotropismus also gleichwerthig wäre, dann müssten in Uebereinstimmung mit dem, was bei den letzteren der Fall ist, die am kräftigsten wachsenden Wurzeln sich auch am besten positiv galvanotropisch krümmen. Dies ist nun aber nicht der Fall. Ich habe sowohl bei *Faba* wie bei *Phaseolus* in solchen Fällen, wo beiderlei Krümmungen vorkamen, die Zuwachse gemessen. In dem einen Versuche mit 10 *Faba*wurzeln hatten sich 7 gut positiv gekrümmt und waren durchschnittlich um 1,6 *mm* auf der concaven, 3,8 *mm* auf der convexen Seite verlängert. Die drei schwach S-förmig, mit der Spitze negativ gekrümmten hatten während derselben Zeit um 6, 7,5 und 8 *mm* an Länge zugenommen. Bei einem Versuche mit 10 *Phaseolus*wurzeln waren 6 schwach S-förmig gekrümmt, 4 stark positiv. Die ersteren hatten zwischen 4 und 7 *mm* an Länge zugenommen, während bei den letzteren die Verlängerung der concaven Seite durchschnittlich ungefähr 0,6 *mm* betrug, die der convexen 2,5 *mm*. Während der nächsten 24 Stunden in Wasser verlängerten sich die positiv gekrümmten nur ganz wenig oder garnicht, während die nicht gekrümmten im Durchschnitt 7,25 *mm* wuchsen.

Aus diesen Versuchen (ich habe mit denselben Pflanzen auch andere Versuche mit dem gleichen Resultate gemacht) geht nun hervor, dass die am wenigsten an Länge zunehmenden und folglich vom Strome am stärksten beinflussten und geschädigten Wurzeln die positive Krümmung machen, während diejenigen, welche der schädlichen Einwirkung desselben Stromes besser widerstehen, eine Andeutung zur negativen Krümmung zeigen.

Dies, in Verbindung damit, dass die positive Krümmung, wie oben nachgewiesen, nur durch starke Ströme, welche die Wurzeln stark schädigen, bewirkt wird, während die weniger oder kaum schädlichen schwächeren Ströme die entgegengesetzte negative Krümmung bewirken, stellt meiner Ansicht nach die positive Krümmung in eine ganz andere Kategorie wie die eigentlichen Richtungsbewegungen; am nächsten muss sie wohl als eine durch die chemische Wirkung des Stromes verursachte Krankheits- und Absterbeerscheinung aufgefasst werden. Man darf sich daher auch nicht wundern, dass diese Krümmung, was die Function der Spitze anbelangt, sich anders verhält, wie die Richtungsbewegungen.

Wie ist es nun mit der durch schwache Ströme hervorgerufenen Krümmung nach dem negativen Pole? Diese hat viel mehr Aehnlichkeit mit den Richtungsbewegungen wie die andere. Es findet dabei kein Absterben der Wurzeln statt, sie wachsen ruhig weiter ob auch nicht so gut wie nicht im Strome befindliche und machen, wenn der Strom nicht mehr auf sie einwirkt, normale geotropische Krümmungen (s. Taf. IV, *Brassica*)[1] Es liegt deshalb bis jetzt nichts vor, was, eine andere Auffassung wie die, sie als eine den Richtungsbewegungen ganz analoge Krümmung zu betrachten, nothwendig macht. Dass auch durch schwache Ströme eine schwache Verlangsamung des Wachsthums stattfindet, widerspricht dieser Auffassung nicht, da dasselbe auch für das Licht gilt, welches doch eine der typischen Richtungsbewegungen bei Wurzeln hervorruft.[2])

Mit ebensoviel Recht kann aber auch die Auffassung geltend gemacht werden, dass die Krümmung nie Form der, von Wiesner benannten „Darwin'schen“ ist, wenn es nicht rathsamer erscheint, diese Bezeichnung für die durch Verwundung oder nachweisbare äussere Schädigung der Spitze hervorgerufene Krümmung allein beizubehalten.

Pflanzenphysiolog. Institut der königl. landw. Hochschule
in Berlin.

33. Karl Prohaska: Zur Frage der Endospermbildung bei Daphne.

Eingegangen am 23. Mai 1884.

Im dritten Hefte (Jahrgang 1884) dieser Zeitschrift hat Strasburger meine Angaben über die Endospermbildung bei *Daphne*[3]), wonach die Endospermkerne im Embryosack zu einer Zeit sichtbar werden, wo der secundäre Embryosackkern (hier als Doppelkern ausgebildet) noch vorhanden ist, in Abrede gestellt und auf einen groben Fehler in der Beobachtung zurückgeführt.

Die von mir erwähnten, im Embryosack nach erfolgter Befruchtung auftretenden und als Endosperm gedeuteten Gebilde hat auch

---

1) Bei *Brassica* und *Sinapis* tritt an der negativ gekrümmten Zone allgemein eine mehr weniger ausgesprochene Verdickung auf.

2) cfr. Fr. Darwin in Arb. d. Bot. Instit. Würzb. Bd. II., p. 521. 20 Wurzeln von *Sinapis* wuchsen im Dunkeln durchschnittlich um 7,0 *mm*, ebensoviele im Licht nur um 4,3 *mm*.

3) Bot. Zeit. 1883. Nr. 52.

Strasburger beobachtet; sie werden von ihm als verschieden grosse, ziemlich stark lichtbrechende Gebilde beschrieben, die häufig in ihrem Innern einen Kern und ringsum strahlig angeordnete Substanz erkennen lassen. — Die Möglichkeit, dass es sich in diesen fraglichen Gebilden nur um Efflorescenzen handle, ist nach den vielfachen Reaktionen, die von Strasburger ausgeführt wurden, vollkommen ausgeschlossen; letztere haben vielmehr dargethan, dass wir es hier mit Gebilden zu thun haben, welche sich namentlich in Bezug auf Tinctionen wie Kerne verhalten, und der Haupteinwurf Strasburger's liegt eben darin, dass diese Gebilde nicht im Embryosack vorkommen, sondern seiner Wandung aussen anliegen. Strasburger bezeichnet nämlich diese Gebilde als Reste von Nucellarzellen; diese seien durch die in Alkohol erfolgte Contraction des Embryosackes vom Gewebe des Nucellus getrennt worden, wären somit, der Wand des Embryosackes nur aussen anhaftend, keinesfalls als Kerngebilde des Embryosackes aufzufassen.

Obwohl es mir nun schon von vornherein unwahrscheinlich war, dass ich mich in einer so leicht zu constatirenden Thatsache getäuscht haben sollte, habe ich doch die Untersuchung wieder aufgenommen und neuerdings die Ueberzeugung gewonnen, dass die in Rede stehenden Gebilde der Embryosackwand nicht äusserlich anhaften, sondern sich als dem protoplasmatischen Inhalte desselben zugehörig erweisen. Die Beweise hierfür waren sehr leicht zu erbringen. Ich kann mit voller Sicherheit behaupten, dass sich in Folge der Einwirkung von Alkohol weder bei *Daphne Blagayana*, an der diese kernähnlichen Gebilde so häufig zu beobachten sind, noch bei anderen von mir untersuchten *Daphne*-Arten der Embryosack als solcher, sondern nur der plasmatische Inhalt desselben contrahirt, wogegen die Membran des Embryosackes mit dem Gewebe des Knospenkerns in unmittelbarem Contacte bleibt. — Bei Zusatz von Chlor-Zinkjod färbt sich die nicht contrahirte Membran intensiv blau, während der stark contrahirte Schlauch sich als durchaus plasmatisch erweist. An frischen mir zu Gebote stehenden Objecten konnte ich bei Zusatz von Alkohol das Loslösen und Contrahiren des protoplasmatischen Inhaltes des Embryosackes unmittelbar beobachten.

Einen nicht minder sicheren Aufschluss in dieser Frage gewährt der Umstand, dass es sehr leicht gelingt, durch Zerreissen von Schnitten die dem Nucellargewebe anhaftende Membran des Embryosackes in ihrem ganzen Umfange vom umliegenden Gewebe zu trennen. Allerdings zeigt es sich dabei öfters, dass der nun losgelösten Wandung an ihrer Aussenseite Reste von Nucellarzellen anhaften; eine Täuschung jedoch, ob die obengenannten fraglichen Gebilde dem stark contrahirten Plasmaschlauche oder dem Gewebe des Knospenkernes angehören, ist nicht mehr möglich, zumal es auch sehr leicht fällt, den Plasmakörper frei zu präpariren.

Betrachtet man diesen von der Fläche, so hat es manchmal den Anschein, als ob die Kerngebilde der Hantschichte des Plasmaschlauches äusserlich anliegen, auf Querschnitten erkennt man jedoch sofort, dass dieselben dem Inhalte des Plasmaschlauches angehören.

Mir fehlt es gegenwärtig an Zeit, die Bedeutung dieser Gebilde für die weitere Entwicklung des Embryosackes und ihre Beziehung zum Endosperm einer abermaligen Untersuchung zu unterziehen, und zu prüfen, in wie weit die bestimmten Angaben Strasburger's, er habe bei *Daphne Laureola* den secundären Embryosackkern in Theilung, in einem anderen Embryosack vier Endospermkerne, weiters bei *Daphne Blagayana* in einem zahlreiche Zellkerne führenden Embryosack die Zellkerne paarweise zusammenhängend gefunden, — lauter Vorgänge, welche auf den normalen, von Strasburger für so viele Fälle angegebenen Vorgang hinweisen würden — mit meiner seinerzeit geäusserten Ansicht, in jenen Kerngebilden des Embryosackes die Vorläufer der Endospermkerne zu sehen, sich vereinigen liessen. Mir war es diesmal nur darum zu thun, dem Einwurfe Strasburger's bezüglich des nur äusserlichen Anhaftens dieser Gebilde an der Embryosackwand zu begegnen und mir neuerlich die Ueberzeugung zu verschaffen, dass dieselben dem plasmatischen Inhalt des Embryosackes angehören, erst nach der Befruchtung und zugleich mit dem „Doppelkern“ (Embryosackkern) sichtbar sind, und dem Auftreten der charakteristischen Endospermkerne unmittelbar vorangehen.

---

34. C. Müller: Bemerkungen zu meiner Dissertation und deren Abdruck in Thiel's landwirthschaftlichen Jahrbüchern.

Eingegangen am 27. Mai 1884.

In der Märzsitzung dieser Gesellschaft ist von Herrn Frank ein Vortrag gehalten worden, der unter dem Titel: „Ueber das Wurzelälchen und die durch dasselbe verursachten Beschädigungen der Pflanzen“ in Heft 3 dieses Jahrgangs (S. 145—157) zum Abdruck gelangt ist. Durch Vortrag und Aufsatz ist meine wissenschaftliche Integrität in solcher Form angegriffen, dass ich mich genöthigt sehe, hier an derselben Stelle, wo ich verletzt worden bin, meine Erwiderung abzugeben, in welcher ich mich befleissigen werde in einem der Würde der Gesellschaft angemesseneremTone zu sprechen, als in dem Style des gegen mich gerichteten Angriffs geschehen ist.[1]) Herr **Frank** beginnt (S. 146):

„Ich bedauere hier erwähnen zu müssen, dass nach **Licopoli's** zweiter und meiner oben citirten Publication ein Anderer den Versuch gemacht hat, sich die Priorität dieser Untersuchungen anzueignen."

Zunächst ist mir nicht erfindlich, warum in erster Linie **Licopoli** genannt wird. Fast möchte man annehmen, Herr **Frank** wolle für **Licopoli** eine Lanze brechen, was sich aber im Folgenden als irrig herausstellt. Hat nach **Frank's** Meinung **Licopoli** Prioritätsansprüche, so kommen sie **Frank** selbst doch nicht zu, hat sie **Licopoli** nicht, so ist der Satz nicht recht begreiflich. Nun wird meine Dissertation angeführt und im dritten Satze die Thatsache, dass ich **Frank's** Mittheilung in meiner Arbeit übersehen habe, mit folgender Häufung von Conjunctiven hervorgehoben: „Nun **wäre** dies allein recht wohl entschuldbar, denn es ist ja **möglich**, dass meine Mittheilung dem Verfasser **entgangen sein kann**." Nun umfasst jene Mittheilung **Frank's** 45 Zeilen eines Oktavbandes[2]), gerade eine Seite und eine Zeile, eine Ueberschrift ist nicht vorhanden.

---

[1]) Der Leser wolle an dieser Stelle von dem Wortlaute des Angriffs Kenntniss nehmen. Der Verf.

[2]) Man vergl. d. Verhandl. des bot. Vereins der Provinz Brandenburg. XXIII. 1881, S. 54—55. Die Mittheilung lautet in ihrem vollen Wortlaute:

„Herr A. B. **Frank** zeigt *Soja*-Bohnen aus dem Garten der Thierarzneischule in Berlin vor, an deren Wurzeln sich die **Gallen des Wurzelälchens** (*Anguillula radicicola* Greef) befinden; auch an *Medicago sativa* L. und *Lactuca sativa* L. wurden sie daselbst bemerkt. Sie fanden sich an den feineren Wurzelverzweigungen und unterscheiden sich schon äusserlich leicht von denjenigen an den Papilionaceen gewöhnlich vorkommenden Wurzelanschwellungen, welche durch den von **Woronin** entdeckten Pilz veranlasst werden. Denn während letztere fast immer seitlich am Wurzelkörper ansitzende, verschieden gestaltete Bildungen sind, erscheinen die *Anguillula*-Arten*) als Anschwellungen der Würzelchen selbst. Dieselben rühren daher, dass durch Wachsthum des Gewebes eine geräumige Höhlung sich bildet, in welcher die Parasiten eingeschlossen sind. Die Höhlung liegt entweder excentrisch, nämlich in der Wurzelrinde, oder mehr oder weniger central, d. h. innerhalb des centralen Fibrovasalstranges, so dass die Xylemstrahlen auseinander gedrängt sind. In den grösseren Anschwellungen findet man oft mehrere Höhlungen, von denen häufig einige schon verlassen, andere noch von den Parasiten bewohnt sind, was darauf hinzudeuten scheint, dass in einer Galle mehrere Generationen sich entwickeln können. Jede Höhlung enthält ein oder mehrere mit Eiern erfüllte Weibchen; dieselben haben einen blasig aufgeschwollenen Leib, der allmählich in einen kurzen Schwanz verdünnt ist; mit der Entwicklung der Eier stirbt das Weibchen ab und die Jungen befinden sich dann in der mit der Chitinhülle des Mutterthieres ausgekleideten Höhlung, um später die Galle zu verlassen. Durch frühere Beobachter ist das Vorkommen der Gallen des Wurzelälchens auf verschiedenen Nährspecies festgestellt; die Beobachtungen des Vortr. lehren, die specifische Identität aller dieser Anguillulen vorausgesetzt, eine noch weitere Verbreitung derselben kennen. Es kommt hinzu, dass Vortr. genau die nämlichen Gallen nun auch auf einer Holzpflanze aufgefunden hat, nämlich an Wurzeln von Birnbäumen, welche auf einem der Landwirthschaftlichen Hochschule zu Berlin benachbarten Grundstücke ausgerodet wurden. Dies erinnert an die an den Wurzeln des Kaffeebaumes in Brasilien vorkommenden *Anguillulen*-Gallen, welche nach der von **Jobert** (Compt. rend. déc. 1877) gegebenen Beschreibung mit den in Rede stehenden übereinstimmen, wiewohl eine spezifische Identität

---

*) Soll wohl *Anguillula*-**Gallen** heissen. C. M.

Ich brauche nicht zu erröthen, dass ich diese Mittheilung übersehen habe, denn ich dürfte nicht der erste sein, dem solches Missgeschick zugestossen ist. So finde ich in der Vorrede zu einem bekannten Buche: „Trotz des guten Willens die vorhandene wissenschaftliche Literatur so vollständig wie möglich zu benutzen, könnte, da der auf die Pflanzenkrankheiten bezügliche Literaturschatz ungemein zerstreut ist, und sogar auf entlegenere Wissensgebiete sich erstreckt, einzelnes mir entgangen sein, und ich würde mich Jedem verbunden fühlen, der mich auf Lücken aufmerksam machen sollte.“ Das sind schöne Worte, denen man gewiss seine Zustimmung giebt. Nun heisst es aber in demselben (September 1880 geschriebenen) Vorworte weiter: „Selbstverständlich konnten die allerneuesten Publikationen nicht mehr berücksichtigt werden. Seit dem Jahre 1876 ist an der Fertigstellung des Manuskriptes gearbeitet worden. Was in den folgenden Jahren“ (also 1876 bis September 1880) „erschienen ist, liess sich daher nicht überall zur Geltung bringen. Ausser kleineren Abhandlungen in Zeitschriften, bezieht sich das besonders auf“ — hier folgen zwei umfangreiche Arbeiten — „Sorauer's Obstbaumkrankheiten und R. Hartig's Untersuchungen aus dem forstbotanischen Institut zu München.“

Soweitgehende Rücksichten, im Zeitraum von 4 Jahren erschienene Arbeiten nach Belieben benutzen zu dürfen, hätte ich nie beansprucht. Das citirte Vorwort hat Herr Professor Frank geschrieben.[1] Ich habe noch mehr Arbeiten aus dem Jahre 1881 seit dem Erscheinen meiner Arbeit kennen gelernt, die sich auf Heteroderen beziehen und werde dieselben später aufführen, ohne den Vorwurf fürchten zu müssen, ich habe diese Arbeiten absichtlich nicht gekannt.

Herr Professor Frank citirt nun ferner den Abdruck meiner Arbeit, welchem ich aus nahe liegenden Gründen eine gemeinverständliche Ueberschrift gegeben habe. Frank's Citat legt nun unmittelbar die Vermuthung nahe, als führe ich durch die Titeländerung das wissenschaftliche Publicum irre. Ich weiss nicht, wem hierbei grössere Einfalt zugetraut wird, dem Publicum, das einen wörtlichen Abdruck nicht wiedererkennen sollte oder dem Autor, dem die Irreleitung durch solche Künste möglich erscheinen würde. Ich habe meine Dissertation nicht gerade für ein sehr geeignetes Verbreitungsmittel für die in derselben

---

beider *Anguillulen* keineswegs erwiesen ist. Die Gallen der europäischen Wurzelälchen erleiden allerdings schliesslich auch Zersetzungsprozesse, welche von den Verwundungen ausgehen, die durch das Auswandern der Parasiten aus den Gallenhöhlen entstehen, allein irgend ein schädlicher Einfluss auf das Wurzelsystem im Ganzen und auf die Gesammtentwickelung der Pflanze hat sich bei unseren Wurzelälchen nicht bemerken lassen, während bekanntlich die des Kaffeebaumes so ungemein verderblich für ihre Nährpflanzen sind. Doch könnte dieser Unterschied durch äusserliche und secundäre Umstände bedingt sein.“

[1] Frank, B. Die Krankheiten der Pflanzen. Breslau. Erste Hälfte. 1880. Vorwort. S. VII.

niedergelegten Resultate gehalten und habe deshalb darnach getrachtet, sie einer bekannteren Zeitschrift einzuverleiben, wodurch sie dem interessirten Publikum sicher zugänglich wurde.

In dem Abdruck erwähne ich Frank zweimal, einmal im Literaturverzeichniss, wo ich freilich der Frank'schen Arbeit einen von mir selbst gewählten Titel gegeben habe,[1]) weil die Notiz keinen Titel trägt; zweitens im Text S. 13. Hiervon sagt Frank in seinem Angriff: „Meiner Beobachtung wird nur an verborgener Stelle, tief im Texte in einem kleinen, jetzt eingeschobenen Passus gedacht.“

Für diejenigen, denen ich den Abdruck nicht selbst vorlegen kann, hebe ich hervor, dass ich Frank da im Text erwähne, wo ich die vor Frank's Mittheilungen erschienenen Arbeiten kurz besprochen habe, das Citat bildet einen besonderen Abschnitt (= Passus bei Frank), der im Texte weder durch grösseren Druck hervorgehoben, noch durch kleineren Druck versteckt ist, ich habe auch das Referat nicht etwa in einer Anmerkung gegeben, wo man es vielleicht hätte übersehen können. Das Citat lautet wörtlich:

„Nachdem die vorliegende Arbeit als Dissertation erschienen war, wurde der Verfasser von befreundeter Seite auf die in der Literaturübersicht angeführte Frank'sche Mittheilung aufmerksam gemacht Frank beobachtete die *Heterodera radicicola* in Wurzelgallen der Luzerne, *Medicago sativa* L., der Soyabohne, *Soya hispida*, des Salats, *Lactuca sativa* L., sowie an Wurzeln eines ausgerodeten Birnbaumes, *Pirus communis* L. Frank deutet die Eicysten vollkommen richtig, ohne jedoch auf zoologische Einzelheiten einzugehen.“[2])

Man wolle sich nun selbst ein Urtheil über die Behauptung bilden, „. . . . . . an verborgener Stelle, tief im Texte in einem kleinen jetzt eingeschobenen Passus.“!!

Da es sich hier um die Aufrechterhaltung meiner moralischen Unbescholtenheit handelt, glaube ich Folgendes hier nicht unberührt lassen zu dürfen. Nachdem ich auf die Existenz der Frank'schen Mittheilung aufmerksam gemacht worden war, hielt ich es für eine Pflicht des Anstandes, mich persönlich bei Herrn Prof. Frank wegen des mir widerfahrenen Missgeschickes zu entschuldigen; dies geschah nach Schluss der Sitzung der Gesellschaft am 27. Juli 1883. Ferner steht in Nr. 40 des Jahrgangs 1883 des Botan. Centralblattes in dem von mir verfassten Referat über meine Dissertation zu lesen: „Es mag an dieser Stelle bemerkt werden, dass Ref. zu seinem Bedauern eine kurze, auf *Heterodera radicicola* zu beziehende Mittheilung von Frank[1]) übersehen hatte. Frank weist darin das Vorkommen der *Anguillula radicicola* Gr. auf den Wurzeln mehrerer Kulturpflanzen nach.“ Nach dieser doppelten, der mündlichen und der öffentlich ausgesprochenen Entschuldigung glaube ich berechtigt gewesen zu sein, Frank's Mittheilung in dem Abdruck meiner Arbeit so wie jede Arbeit jedes anderen Forschers citiren zu müssen, ohne den Vorwurf zu ernten, literarische Unterschleife angestrebt zu haben.

---

[1]) Ich habe geschrieben: Frank, A. B.: Angaben über bisher unbekanntes Vorkommen der Wurzelälchen an einigen Kulturpflanzen. Sitzber. d. bot. Ver. d. Prov. Brandenburg. 1881. S. 54—55.

[2]) Der Druck meiner Arbeit und speziell des obigen Citats ist in denselben Lettern ausgeführt, die zum Text dieser Gesellschaftsberichte Verwendung finden. Thiel's landw. Jahrbücher werden in derselben Officin gedruckt.

Nun die Prioritätsfrage. Frank behauptet, ich habe den Versuch gemacht, mir die Priorität seiner Beobachtungen anzueignen, und die Thatsache, dass die eierfüllten *Heterodera*-Cysten in den Wurzelzellen (soll wohl heissen: Wurzelgallen) die angeschwollenen Aelchenweibchen selbst sind, als eigene neue Entdeckung gefeiert.

Ich habe in meiner Arbeit einen historischen Abriss über den Gang meiner selbstständigen, von jedem persönlichen Einfluss durchaus unabhängigen Beobachtungen gegeben, und dazu wird mich jeder berechtigt halten. Die darin angegebenen Daten halte ich vollkommen aufrecht, und kann ich die dort gegebenen Behauptungen durch genügende Zeugnisse erhärten.

1. Meine Arbeit wurde 1876 begonnen. Damals präparirte ich die Thiere frei aus getrocknetem Material. Beweis: meine Preisarbeit, die ich in der Sitzung vorlegte.

2. Das zur Untersuchung benutzte frische Material stellte mir Herr Retzdorff im Jahre 1877 wiederholt zu, 1878 und 1879 erhielt ich solches von Herrn Prof. Kny.

3. Einen Theil der zoologischen Resultate trug ich kurz vor Weihnachten 1879 im Colloquium des Herrn Prof. von Martens in Gegenwart des Dr. Hilgendorf, Dr. Karsch u. a. bekannter Herren vor.

Im Uebrigen verweise ich auf die historische Darstellung in meiner Arbeit (im Abdruck S. 5—8).

Nun die Prioritätsansprüche Frank's. Zuerst giebt Herr Prof. Frank selbst (S. 147) an, dass er seine Untersuchungen seit den letzten drei Jahren, d. h. seit 1881, also nach dem Erscheinen der zweiten Hälfte seines Handbuchs der Pflanzenkrankheiten, mithin seit seinem Aufenthalt in Berlin, angestellt hat. Das factische „prius“ der Beobachtung würde also mir vorläufig zufallen, anders wenn man das auf die Publication bezügliche „prius“ für die Zuerkenntniss der Priorität anerkennen will, was schliesslich immer persönliche Auffassung bleiben wird. Nur eins glaube ich sicher erwiesen zu haben, dass nicht davon die Rede sein kann, dass ich mir die Priorität der Frank'schen Beobachtungen angeeignet habe. Nun frage ich aber, hat denn Frank die Cysten wirklich gedeutet? Man vergleiche die Frank'sche Mittheilung recht genau, und man wird nicht einmal das Wort Cyste in dem Aufsatze finden. Wie kann man aber behaupten, einen in der Literatur missverstandenen und unklaren Ausdruck sachlich definirt zu haben, wenn die Publikation nicht einmal das zu definirende Wort enthält? Man wird einwenden, was thut das Wort, wenn nur die Sache getroffen ist. Demgegenüber behaupte ich, dass Frank's Mittheilung bis dahin falsche Vorstellungen erweckt, wo man den Einfluss der Licopoli'schen Arbeit mit dem Satze: Jede Höhlung enthält ... entdeckt. Frank spricht anfänglich von geräumigen Höhlungen, in welche die Parasiten eingeschlossen sind. Solche kenne ich nicht. Ich kenne nur blasig angeschwollene Weibchen, die vom Zellengewebe rings umschlossen sind. Die Höhlung in der Zelle entsteht also passiv durch das Aufschwellen der Weibchen; Frank lässt 1881 die Höhlungen aktiv entstehen, es heisst wörtlich: „Dieselben (die Gallen) rühren daher, dass durch Wachsthum des Gewebes eine geräumige Höhlung sich bildet.“ Frank spricht ferner davon, dass die Höhlungen häufig von den Parasiten schon verlassen sind, was ich in meiner Dissertation als eine Unmöglichkeit hingestellt habe, die aufgeschwollenen Weibchen verlassen nie die Gallen, sie werden eben zu Cysten und sterben als solche ab. Im Widerspruch mit der von Frank erweckten Vorstellung steht nun der unmittelbar folgende Satz: „Jede Höhlung enthält ein oder mehrere mit Eiern erfüllte Weibchen; dieselben haben einen blasig aufgeschwollenen Leib, der allmählich in einen kurzen Schwanz verdünnt ist.“ Für mich löst sich der Widerspruch, wenn ich die Copie der Licopoli'schen Zeichnungen betrachte[1]). Man vergleiche Fig. 4 und Fig. 6. Jetzt verstehe ich auch die auf S. 146 dieser Berichte eingestreute Bemerkung, bezüglich der „Deutung, welche auch schon durch die in der zweiten Mittheilung Licopoli's enthaltenen Beobachtungen zu vermuthen war.“ Die Deutung der aufgeschwollenen Weibchen ist aber obenein von Frank noch falsch geschehen. Was Frank einen kurzen Schwanz nennt, ist gerade das verjüngte Kopfende des Thieres. Nun frage ich, hat Herr Prof. Frank die Priorität in der richtigen Deutung der *Heterodera*-Cysten, wenn er sie nicht dem Worte nach anführt, und wenn er der Sache nach die Thiere geradezu auf den Kopf stellt? Man wird hier auch nicht einmal mit der Spitzfindigkeit auskommen, wenn man auf das Wort Schwanz keinen Werth legen möchte. In der Zoologie und auch wohl im gewöhnlichen Leben verbindet man mit dem Begriff Schwanz die

---

[1]) Hier findet sich im Ref. als Fussnote die diesbezügliche Literaturangabe verzeichnet.

---

1) Licopoli: Le galle nella flora di alcune province napolitana. Taf. IV. Die Copie lag in der Sitzung zur Ansicht vor. Fig. 4 stellt eine geräumige Höhle aus der Galle dar, in welcher das Thier ganz frei liegt. Das Bild entspricht durchaus nicht der Natur. Fig. 6 ist ein angeschwollenes Weibchen, isolirt dargestellt.

Vorstellung eines aboralen Organes. Trotz alledem ist S. 146 dieser Berichte zu lesen:

„Die von mir dort (nämlich in der von mir übersehenen Mittheilung) bestimmt gegebene Deutung.... ging dahin, dass die Weibchen erst innerhalb der Zellen zu grossen cystenartigen Blasen aufschwellen, welche meist ganz von dem Zellengewebe der Galle umgeben sind und sich hier mit Eiern anfüllen, dass die dann erstarkende und erhärtende aus Chitin bestehende Wand des inzwischen absterbenden Weibchens die Cyste darstellt, in welcher man die Eier und später auch die daraus ausgekommenen Jungen in den Gallen eingeschlossen findet und dass endlich die jungen Aelchen aus der Cyste und aus der Galle auswandern.“

Ich habe Frank's erste Mittheilung wiederholt geprüft um dieses jetzt klar ausgesprochene Resultat darin zu finden, finde aber nur die Angabe: „Mit der Entwickelung der Eier stirbt das Weibchen ab und die Jungen befinden sich dann in der mit der Chitinhülle des Mutterthiers ausgekleideten Höhlung, um später die Galle zu verlassen.“ Von „cystenartigen Blasen“, dass die Haut des absterbenden Weibchens, die „Cyste“, aus erstarkendem und erhärtendem Chitin sich bildet, und dass die aus solcher „Cyste“ stammenden Aelchen die Gallen verlassen, finde ich nichts. Wenn ich in dem Abdruck meiner Arbeit gesagt habe, Frank deutet die Eicysten vollkommen richtig, so habe ich in der Kürze zuviel gesagt, ich hätte offenbar nur sagen dürfen, „Frank giebt ganz richtig an, dass die Eier in der mit der Chitinhülle des Mutterthieres ausgekleideten Höhlung zu finden sind, das Mutterthier selbst ist aber falsch gedeutet.“ Ich habe also den Fehler begangen, meine richtige Erkenntniss in den Wortlaut des Citates einfliessen zu lassen, und dieses Zuviel benutzt Herr Frank zum Angriff gegen mich.

Nun nehme man an, Frank habe trotz der Verwechselung von Kopf- und Schwanzende, ohne das Wort Cyste zu brauchen, die „Cysten“ klar und richtig gedeutet, hat er dann die Priorität? Ich verweise Sie hier auf eine Mittheilung des Herrn Prof. Magnus aus der Sitzung des botan. Vereins vom 26. April 1878, die also 3 Jahre und 5 Monate älter ist als Frank's erste Notiz. Magnus sagt daselbst bei Besprechung Warming'scher Mittheilungen:

„In denselben Mittheilungen beschreibt Herr Warming eine neue interessante, von *Anguillula* hervorgebrachte Wurzelgalle an *Elymus arenarius L.* Doch findet sich dort eine sehr auffallende Angabe, dass die Eier in den Zellen liegen sollen, die vom Mutterthiere durchbohrt sein mögen. (Hier folgt der dänische Text als Beleg.) Dies steht in Widerspruch mit den Erfahrungen des Vortr., der bei allen untersuchten *Anguillula*-Gallen die *Anguillulen* stets nur in den Intercellularräumen zwischen den Zellen fand. Speciell bei den in Wurzelanschwellungen lebenden *Anguillulen* bleiben die Eier im Leibe des

Mutterthieres liegen und entwickeln sich daselbst mehr oder minder weit. Die von Warming beobachteten *Anguillulen* würden daher darin von den nächstverwandten (wenn überhaupt verschiedenen?) an anderen Pflanzen Wurzelgallen erzeugenden *Anguillulen* sehr abweichen."

Man wird kaum behaupten, dass mit diesen Worten eine unzweifelhafte Deutung der *Heterodera*-Cysten gegeben ist, was aber von Magnus angegeben ist, ist richtig. Wer also unvollkommenen zoologischen Mittheilungen gleichen Werth mit meiner ausführlichen Arbeit zugesteht, muss Herrn Prof. Magnus jedenfalls eher die Priorität zusprechen wie Herrn Prof. Frank. Merkwürdig bleibt es nun, dass die Magnus'sche Notiz bisher noch an keiner Stelle von Frank citirt worden ist, obwohl ich Magnus in meiner Dissertation S. 12, Anm. 2, in dem Abdruck auf S. 4 im Literaturverzeichniss und auf S. 11, Anm. 1 citirt habe. Der Grund zu diesem Verfahren des Herrn Prof. Frank ist mir nicht bekannt.

Was verlangt nun die Zoologie? Man kennt schon längst die der *Heterodera Schachtii* A. Schmidt angehörenden Cysten durch die ausgezeichneten Arbeiten von Schmidt. Es kann sich in dem Prioritätsstreite also überhaupt nur um die Frage handeln, wer hat zuerst die Cysten der *Anguillula radicicola* Greeff mit genügender Schärfe richtig erkannt und gedeutet? Ich beanspruche in diesem Sinne die Priorität, denn diese Erkenntniss hat mich gerade dazu geführt, die *Anguillula radicicola* Greeff in *Heterodera radicicola* umzutaufen, die Wurzel-*Anguillulen* also als *Heteroderen* nachzuweisen. Ich stütze mich hierbei noch auf eine Autorität auf zoologischem Gebiet. Bütschli sagt in seinen „Beiträgen z. Kenntn. der freilebenden Nematoden" (1873) betreffs der *Heterodera Schachtii*:

„Eigentlich sind es nur diese Blasen, welche bisher gesehen worden sind, und in welchen man Schneider zufolge nicht mehr zwischen Darm, Muskulatur, Gefässen oder specielleren Theilen des Eierstockes entscheiden kann; junge Thiere sind noch nicht gesehen worden, und ist daher eine Frage, ob diese Blasen wirklich ein ganzer aufgeschwollener Rundwurm, oder vielleicht nur ein Theil eines solchen, nämlich das weibliche Geschlechtsorgan, sind."¹)

Dieser weitgehenden Forderung eines Zoologen genügt zuerst meine Arbeit, in der ich die Zootomie der Blasen und ihre Entwickelung aus jüngeren Zuständen geschildert und abgebildet habe (man vergl. Taf. II meiner Arbeit), so dass ich hier meine von Frank mir vorgeworfene Behauptung noch einmal wiederhole: „Die richtige Deutung dieser Cysten ist bis jetzt, d. h. bis zum Erscheinen meiner Dissertation, noch nicht mit genügender Schärfe in der Literatur gegeben

---

1) Dises Citat habe ich auch in meiner Dissert. S. 38 angeführt und näher beleuchtet.

worden.“ Selbst Bütschli's weitgehende Zweifel sind durch meine Arbeit gehoben.

Ich komme nun zu der Behauptung, dass bis jetzt die Natur des Wurzelälchens eine offene Frage gewesen sei[1]), und dass man „bisher die entwickelte *Anguillula radicicola* noch nicht einmal kennen gelernt habe.“ Diese Behauptung nennt Herr Prof. Frank eine Wahrheitsentstellung, die ich dadurch verschleiere, dass ich Frank's Beobachtungen in der Vorbemerkung, wohlgemerkt Vorbemerkung, nicht erwähne. Ich hätte also recht gehandelt, wenn ich Frank früher citirt hätte als alle anderen in Betracht kommenden Forscher, oder wenn ich einen Theil meiner Arbeit, vielleicht Abschnitt I und II zum Vorwort gemacht hätte! Nun aber die Sache? Giebt es denn zu den eiproducirenden Weibchen gar keine männlichen Würmer? Frank spricht in keiner seiner Mittheilungen auch nur ein Wort von solchen, geschweige denn von ihrer Entwickelung oder von männlichen Cysten, die doch neben den weiblichen Cysten existiren. Hätte Frank wirklich die letzteren tadellos gedeutet, so blieb immer noch die Existenz der männlichen Cysten zu erörtern, die doch ganz anders morphologisch zu deuten sind wie die weiblichen. Nach meinem Dafürhalten ist das männliche Thier in erster Linie Repräsentant seiner Species, in zweiter Linie das ausgewachsene, nicht das durch Schwangerschaft deformirte weibliche Thier. Von beiden spricht Frank garnicht, er spricht nur von den trächtigen eierfüllten Weibchen. Die Schwangerschaft der *Heterodera*-weibchen ist aber ohne Zweifel eine Art pathologischen Zustandes, der in der fertigen „Cyste“ mit dem Tode endet[2]). Nach diesen Ausführungen halte ich auch jetzt noch meine oben citirte Behauptung vollkommen aufrecht, glaube auch nunmehr alle Punkte des gegen mich gerichteten Angriffs erörtert zu haben. Herr Prof. Frank hat durch seine erste Mittheilung wirklich eigentlich nur das Verdienst, ein Paar neue Pflanzen angegeben zu haben, auf denen von ihm die Aelchengallen gefunden worden sind, wie auch der damalige Redacteur der Verhandlungen des botanischen Vereins herausgefühlt haben muss, denn im Inhaltsverzeichniss jenes Bandes ist die Notiz verzeichnet:

Frank, A. B., Gallen der *Anguillula radicicola* Greeff an *Soja hispida*, *Medicago sativa*, *Lactuca sativa* und *Pirus communis*. S. 54.

Ich kann diese Erwiderung nicht schliessen, ohne auf die neueste Publikation Frank's in diesen Berichten noch einzugehen. Gleich im ersten Satze spricht der Verfasser über „das Wurzelälchen, *Anguillula* oder, wie es nach dem nun bekannten Entwickelungsgange des Thieres richtiger heissen muss, *Heterodera radicicola* (Greeff).“ Woher ist der Entwickelungsgang nun plötzlich bekannt? Gewiss doch nicht aus Frank's Mittheilung, sondern aus meiner ausführlichen Arbeit. Warum heisst es richtiger *Heterodera radicicola* (Greeff)? Alle anderen Autoren vor mir, auch Herr Prof. Frank, haben ohne Ausnahme von *Anguillula* gesprochen. In meiner Dissertation ist der neue Name aufgestellt, ich bin also der Autor dieses Namens. Von allen dem erwähnt aber Frank kein Wort.[1])

---

[1]) Genau genommen habe ich in der Vorbemerkung zu dem Abdruck in den landw. Jahrbüchern nur gesagt (S 2): „Sollte man ihn“ (den Wurm) „den gallenerzeugenden *Anguillulen*, deren typischer Vertreter das Weizenälchen, *Anguillula tritici*, zurechnen, sollte man ihn mit der Rübennematode für identisch halten, das waren offene Fragen.“

[2]) Streng genommen sollte man die trächtigen Weibchen erst mit dem Todeseintritt Cysten nennen.

Nun wirft mir Frank vor, dass ich seine Notiz übersehen hatte. Man wird also annehmen, dass Frank in der *Heterodera*frage sich vor einem ähnlichen Missgeschick in Acht genommen haben wird. Dass Magnus von Frank nicht citirt wird, habe ich schon oben erwähnt. Nun sind mir aber seit einigen Monaten anlässlich der Abfassung des Referates über die Pflanzengallen für Just's Jahresbericht für 1881 noch folgende Arbeiten bekannt geworden:

1. Bellati, G. B. und P. A. Saccardo: Sopra rigonfiamenti non fillosserici osservati sulle radici di viti europee e cagionati invece dall'Anguillula radicicola Greef. (Ein Sonderabdruck aus den Mittheil. des R. Instituto veneto di scienze, lettere ed arti, einen Vortrag vom 27. Febr. und 13. März 1881 enthaltend. Der Abdruck wurde mir von Saccardo übersandt, der meine Arbeit in Thiel's Jahrb. kennen gelernt hatte).

Der Inhalt dieser Schrift giebt die *Heterodera* auf Weinpflanzen an, wo dieselben Wurzelgallen wie an anderen Pflanzen erzeugt werden. Die zoologischen Beobachtungen der Verfasser will ich an anderer Stelle besprechen. Die Cysten sind hier eben so ungenügend erklärt, wie in Licopoli's Arbeiten.

2. Thümen, J. von. Gallenbildung an den Wurzeln der Weinrebe. (Oesterr. Landw. Wochenbl. 1881, No. 16, S. 122).

---

1) Selbst in Kleinigkeiten lässt sich der Einfluss meiner Arbeit auf Frank's neue Publication erkennen. Der Name Greeff wird jetzt von Frank wie von mir mit ff geschrieben, obwohl in der ganzen Literatur seit 1873, überall wo Greeff citirt ist, auch von Frank bisher Greef geschrieben wurde. Man wird sagen, Frank hat vielleicht die Originalabhandlung Greeff's gelesen. Das ist, wie ich gleich nachweisen werde, nicht der Fall. Ich habe kürzlich die Greeff'sche Arbeit kennen gelernt und wurde von anderer Seite darauf aufmerksam gemacht, dass Frank sowohl wie ich selbst unrichtig citire, und ich setze hinzu, wie alle Autoren, die nach Braun die Greeff'sche Arbeit citiren. Braun hat falsch citirt. Nun habe ich auf der ersten Textseite meiner Dissertation angeführt, dass ich nach Braun citire, weil ich Greeff's Arbeit bis dahin nicht auftreiben konnte. Braun schreibt auch Greef und giebt für dessen Arbeit, S. 169 statt 1 der Berichte d. Marburger Gesellsch. z. Bef. der Naturw. an. Die Arbeit ist genau ebenso in der neuen Publication Frank's citirt, Braun ist aber von Frank betreffs der Gallen des Wurzelälchens noch nie angeführt worden. Ich habe Greeff in meinen Arbeiten mit ff geschrieben, weil ich die älteste Mittheilung Greeff's von 1864 vor langen Jahren gelesen habe und dort Greeff richtig geschrieben sah.

3. **Thümen**, J. von. Ueber eine neue Krankheit der Rebe. (Weinlaube, XIII. 1881, S. 183. Der Weinbau, VII. 1881, No. 13, S. 103; vergl. auch: Biedermanns Centralbl. f. Agriculturchemie. X. 1881, S. 264 und S. 716, sowie Biedermanns Rathgeber in Feld, Wald, Stall und Haus, XVII. 1881, S. 172.

4. **Thümen**, F. **von**, Ein neuer unterirdischer Feind des Weinstocks (Wiener landw. Ztg. XXXI. 1881, No. 35, S. 265.

Alle diese Mittheilungen **Thümen's** sind Excerpte aus **Bellati** und **Saccardo's** Arbeit. **Thümen** sagt: Es giebt „Cisten oder Kapseln von zweierlei Art: Die einen beherbergen zahlreiche Eier, die anderen lebendig gebärende Thiere.“ Was die Cysten sind, scheint mir dadurch nicht erklärt zu sein, abgesehen davon, dass „lebendig gebärende Thiere in den Cysten“ gar nicht existiren; hier liegt eine falsche Deutung der männlichen Cysten zu Grunde.

5. S., W. G. Cucumber Disease. (Gardener's Chronicle, 1881, I., vom 12. März, S. 331). Eine Notiz mit Abbildungen der *Heterodera*-cysten aus Wurzelgallen von Gurken- und Kürbispflanzen. Verfasser spricht von *Anguillulen* ohne die Cysten zu deuten.

6. S., W. G. Root parasites. (Gardener's Chronicle, 1881, II., S. 694—695 vom 26. November). Behandelt die Wurzelkrankheit von *Stephanotis* (2800 Sprösslingen, sprays) in einem 60 Fuss langen und 15 Fuss breiten Hause. Verfasser sieht auch hier die Cysten, ohne sie zu erklären; er sagt: „Cysts or bags of membrane were clearly perceptible to the naked eye, filling the interior of the galls; and on placing these under the microscope these bags were found full of immature worms.“

7. S., W. G. Disease of Disa grandiflora (Gardener's Chronicle, 1881, II, S. 824—825 vom 24. December). Gehört vielleicht auch hierher, wie aus dem Satze zu schliessen ist: „It is a great mistake to suppose that these nematoids are confined to roots.“

Alle diese Arbeiten sind von **Frank** ebenso wie von mir bis jetzt übersehen worden, obwohl sie mit Ausnahme der beiden zuletzt citirten vor **Frank's** erster Mittheilung erschienen sind.

Man vergleiche ferner **Frank's** neue Mittheilung, S. 148, wo das Umwuchern der Thiere durch die Gewebe der befallenen Wurzeln als **passiver** Vorgang geschildert wird, wie es in meiner Dissertation auf S. 19—22, im Abdruck S. 17—19 beschrieben wird, während **Frank** 1881 den Vorgang als **aktiven** darstellte (Vergl. S. 226).

Man vergleiche Seite 149 dieser Berichte: „Doch deuten manchmal gelbliche homogene Massen zwischen den Zellen, offenbar von den Thieren herrührend, deren Eingangsspuren an“ mit meiner Darstellung (Dissert. S. 20, Abdruck S. 18). „Verfolgt man auf Querschnitten die parenchymatischen Gewebeknollen, so findet man oft im Centrum der rückwärts vom hinteren Leibesende des Thieres gelegenen pathogenen

Gewebemassen gelbliche oder bräunliche korrodirte Massen. Ich halte dieselben für die Spuren des von den eingewanderten Thieren zurückgelegten Weges.“

Man vergleiche Seite 149 die Schilderung der Vergrösserung der Gallen durch Einwanderung neuer Generationen in dieselben und S. 21 meiner Dissertation, resp. S. 18 des Abdrucks, wo ich die Bildung der Gallennester angebe.

Seite 150 beschreibt Frank das zeitige Absterben der Gallen, durch deren Verwesung die Jungen oder die nicht ausgekommenen Eier der Thiere in Freiheit gesetzt werden. Hier ist also das Absterben der Gallen das Primäre genau wie ich es in meiner Dissertation S. 23 ausdrücklich im Gegensatz zu Joberts Angaben hervorgehoben habe. In Frank's erster Notiz steht zu lesen, dass die Gallen Zersetzungsprocesse erleiden, welche von den Verwundungen durch die auswandernden Parasiten entstehen, hier ist also das Freiwerden der Thiere das primäre, die Zersetzungsprocesse das secundäre, die Folge.

Solchen Thatsachen gegenüber wagt es Herr Prof. Frank mir vorzuwerfen, ich habe mir seine Beobachtungen aneignen wollen!!

Schliesslich Frank's Infectionsversuche. Ich habe in meiner Dissert. S. 14, im Abdr. S. 12, ausdrücklich behauptet: „Die brasilianische Kaffeebaumkrankheit wird durch *Heterodera radicicola* hervorgerufen.“ Ich habe diese Behauptung l. c. sogar durch Anführungsstriche hervorgehoben. Ich stützte meine Behauptung auf die Beschreibung der Gallen, der Krankheitssymptome, der Fäulnissprocesse und auf die Angaben betreffs der *Nematoden*. Diese Thatsache citirt Frank (S. 153):

„Ganz ungerechtfertigt war es, wenn Carl Müller sagte, das Vorkommen der *Heterodera radicicola* müsste für Europa und Brasilien für erwiesen gelten.“ Weshalb „ganz unbegründet“ giebt Frank aber nicht an, und doch ist gerade seine Arbeit geschrieben, um nachzuweisen, dass der Inhalt meiner Behauptung zu Recht besteht.

Frank sucht die vermeintliche Lücke durch folgende logische Deduktion auszufüllen: Es können nur Infektionsversuche entscheiden. Frank inficirt also hier in Deutschland gezogene Kaffeebaumpflanzen mit *Heterodera radicicola* von deutschen Nährpflanzen und findet, dass unsere heimischen Thiere an den cultivirten deutschen Kaffeepflanzen Gallen erzeugen, also der Schluss, S. 154: „Durch diese Versuche dürfte die specifische Identität der Wurzelälchens auf den verschiedensten Pflanzen und in den verschiedensten Ländern hinreichend erwiesen sein.“

In letzter Instanz aber hat Frank zum Beweise doch dasselbe Argument benutzt, das ich neben anderen benutzt habe; denn er sieht doch am Schluss seiner Infection, dass die an den Kaffeebäumen künstlich durch Infection erzeugten Gallen von gleichem Bau sind, wie die von anderen Pflanzen (S. 154) und wie sie Jobert von den brasilianischen Kaffeebäumen beschrieben hat.

Ich weiss wirklich nicht, wie ich über diese Logik des Herrn Prof. **Frank** urtheilen soll.

Den Einfluss der Gallenbildung auf die gesundheitlichen Verhältnisse der befallenen Pflanzen der Seite 155 — 157 ohne jegliches Citat früherer Arbeiten beschrieben wird, dürfte **Frank** wohl nicht zuerst entdeckt und geschildert haben, man vergleiche nur die einschlägige Literatur und, wenn man will, meine Dissertation und deren Abdruck.

35. Th. Jaensch: Nachtrag zur Kenntniss von Herminiera Elaphroxylon G.P.R.

Eingegangen am 28. Mai 1884.

In meiner Arbeit über die obige in den afrikanischen Flüssen vegetirende Papilionacee[1]) habe ich die Frage der Identität der im Senegal vorkommenden mit der von **Kotschy** aus dem Nilgebiete als *Aedemone mirabilis* beschriebenen Form noch offen lassen müssen, da das mir vorliegende Untersuchungsmaterial alles vom Nil stammte; die von mir hervorgehobenen Unterschiede stützten sich auf Abweichungen in den Diagnosen und den mit letzteren übereinstimmenden Zeichnungen der beiderseitigen Autoren. Inzwischen habe ich im Herbar des Berliner Kgl. Bot. Museums durch die Freundlichkeit des Herrn Prof. **Ascherson** Gelegenheit gefunden, blüthentragende Zweige zur Vergleichung heranzuziehen, welche 1829 in Senegambien von **Lelièvre** gesammelt worden sind. Hierbei stellte sich, wie von vornherein zu erwarten war, mit Bestimmtheit heraus, dass die beiden Formen in allem Wesentlichen vollständig übereinstimmen und somit als eine Art unter dem Namen *Herminiera Elephroxylon* G. P. R. zu verzeichnen sind.

Die Flora Senegambiae von **Guillemin, Perrottet & Richard** (Paris 1330 — 1833) enthält die Angabe, dass die Blätter der carina an der Spitze zusammenhangen, während sie nach **Kotschy** vollständig frei sind, und hierauf hauptsächlich stützte sich meine Annahme von der Möglichkeit einer Artverschiedenheit. Ferner wird, im

---

[1]) *Herminiera Elephroxylon* G.P.R.; Versuch einer Einzelbearbeitung. Breslau. 1883. (Gedruckt als erster Theil der Inaug. Diss.: „Ueber den inneren Bau und die sonstigen Eigenthümlichkeiten des Ambatsch mit vergleichender Berücksichtigung anderer holzbildender Leguminosen.“)

Gegensatze zu Kotschy, in der ersteren das vexillum als kaum ausgerandet, die carina als an der Spitze ausserhalb nur flaumig behaart bezeichnet. Nach genauerer Untersuchung habe ich nun in allen diesen Merkmalen die Diagnose Kotschy's nicht bloss an den Blüthen vom Nil stammender Exemplare, sondern auch an den oben erwähnten senegambischen bestätigt gefunden; die Blätter der carina sind auch bei den letzteren vollständig frei, das vexillum ist überall stark ausgerandet, der Aussenrand der carina sieht nicht blos flaumig behaart, sondern fransig zerschlissen aus. Letztere Erscheinung rührt von eigenthümlichen, verästelten Emergenzen her, in welche Gefässbündel hineinführen und und die im Leben vermuthlich als sekretabsondernde Drüsenorgane fungiren. Sie bewirken übrigens an der betreffenden Stelle eine so feste Verfilzung der beiden Carinablätter untereinander, dass daraus der bei oberflächlicher Untersuchung entstandene Irrthum, diese seien verwachsen, leicht erklärlich wird.

Die Abweichung in den Angaben beider Autoren bezüglich der Laubblätter ist ohne Bedeutung. Kotschy giebt die Zahl der Fiederblättchenpaare auf 8—9 an, die Verfasser der Senegamb. Flora beziffern sie auf 10—20. Ich habe jedoch an blüthentragenden Zweigen stets mehr als 10, durchschnittlich etwa 15—17 gezählt, an jüngeren Pflanzen dagegen weniger. Hiermit ist die Vermuthung Schweinfurth's, dass der betr. Widerspruch nur der Verschiedenheit der vorliegenden Triebe zuzuschreiben sei, bestätigt.

Die geographische Verbreitung hatte ich nach den bisher aufgefundenen Standorten (im blauen und weissen Nil sowie im Gazellenfluss) für das östliche Gebiet auf 3 bis 15½° n. Br. angegeben. Letzterer Zahl liegt ein Missverständniss der von Schweinfurth und Ascherson in Beitr. z. Fl. Aeth. gegebenen Notizen meinerseits zu Grunde: in Wirklichkeit erreicht die Pflanze ihre Nordgrenze bereits eine Strecke oberhalb Chartûm's. In Senegambien dagegen geht sie mindestens bis zum 16. Grad nordwärts. Nach Durchsicht der Herbarexemplare des Königl. Bot. Museums habe ich ferner als Ergänzung noch hinzuzufügen, dass die *Herminiera* auch im Gebiet des Niger (von C. Barter auf Baikie's Nigerexpedition 1857—1859) und in Angola (von Welwitsch) gefunden worden ist.

36. P. Ascherson: Amphikarpie bei der einheimischen Vicia angustifolia.

Eingegangen am 28 Mai 1884.

Seit drei Jahrhunderten kennt man eine der gemeinen *Vicia sativa* L. nahe verwandte Form des Mittelmeergebiets, *V. amphicarpa* L. (Dorthes) 1), welche, wie der ebenfalls schon in der vorlinnéschen Zeit bekannte *Lathyrus amphicarpos* L. und die nordamerikanische *Amphicarpaea monoeca* (L.) Nutt. die merkwürdige biologische Eigenthümlichkeit besitzt, neben ansehnlichen, chasmogamen Blumen

---

1) Ich habe die Dorthes'sche Publication, welche (nach Loret et Barrandon, Flore de Montpellier, p. 188) 1769 erfolgte, nicht verglichen, zweifle aber nicht, dass der Name einer von Linné unter *Lathyrus amphicarpos* (Spec. plant. ed. II, (1762), p. 1030) gemachten Bemerkung entnommen ist, welche folgendermassen lautet:

„*Conf. Vicia amphicarpa: Aracus homojon Clus. Exot.* 87 t. 88."

Die späteren Schriftsteller, welche dies Citat nachschrieben, haben das Kolon übersehen, und den Namen *Vicia amphicarpa*, durch welchen Linné die ihm nicht durch Autopsie bekannte Clusius'sche Pflanze seiner Nomenclatur einverleiben wollte, dem grossen niederländischen Phytographen zugeschrieben. In Clusius Exoticorum Libri decem (1605) p. 87 lautet die Ueberschrift des Abschnitts (Lib IV, Cap. XVI):

An Theophrasti araco *ὅμοιον*?

Die auf p. 88 befindliche Abbildung, welche dafür, dass sie nach einem aus Creta von Honorius Bellus nur der Samen halber gesandten (nicht gepresst gewesenen, von Clusius aufgeweichten) Exemplare gezeichnet ist, ganz leidlich ausgefallen ist, weicht zwar von den gewöhnlichen Exemplaren der *Vicia amphicarpa* Dorth. durch breite, verkehrtherzförmige Blättchen und längliche (nicht lineale), nur 3 samige oberirdische Hülsen ab; doch wurden letztere, wie noch (S. 241) zu erwähnen, auch von Fabre beobachtet und findet sich eine solche, wie auch annähernd gleiche Blattform an einem südfranzösischen Exemplar des königl. Botan Museums, so dass ich von der Zusammengehörigkeit der Clusius-Linné'schen mit der Dorthes'schen Pflanze überzeugt bin. Das Epitheton „amphicarpos" wurde nach Treviranus (Botan. Zeit. 1863 S. 145) auf dieselbe cretensische Pflanze zuerst von Pona angewendet.

Die bisher bekannte Verbreitung dieser Form ist folgende: Süd-Frankreich: (Godron et Grenier, Flore de France. I. p. 461); Süd- und Ost-Spanien, landeinwärts bis Madrid: (Willkomm et Lange, Prodr. Fl. Hisp. III. p. 295); Portugal, Lissabon: (Welw. it. lus. cont. (1851) No. 105, nach Cosson und Kralik Bull. Soc Bot. Fr. IV. (1857) p. 140); Canaren: Teneriffa (Bourgeau nach Cosson u. Kralik l. c.); S. W. Marokko: (Acakaoublagh et Mont Ouahou Mardochée, Herb. E. Cosson!); Algerien (Hochebenen Cosson u. Kralik l. c.); Tunesien, Gabes: (Kralik 377 und 377 bis nach Cosson und Kralik l. c.); Cyrenaica bei Benghasi: (Petrovich, vergl. Ascherson, Sitzber. d. bot. Ver. d. Prov Brandenb. 1881. S. 35, 46, Ruhmer 122!); Palästina bei Gaza, Mesopotamien am Fusse der Djebel Sindjar, Pamphylien, Peloponnes und Attika (Boissier, Flora Orient. II. p. 575); Creta: (Clusius l. c.). Auch in Italien, woher ich noch keine Angabe kenne, wird sie schwerlich fehlen.

und daraus hervorgehenden mehrsamigen Hülsen an unterirdischen, nur Niederblätter tragenden Sprossen kleistogamische Blüthen und stets unterirdisch bleibende- oder wenigsamige Früchte zu entwickeln. Die neueren Monographen und Floristen, wie BOISSIER (Voyage en Espagne), COSSON und KRALIK (l. c.), ALEFELD (Botan. Zeitung 1862, S. 362), WILLKOMM und LANGE (Prodr. Fl. Hispan. l. c.) sind mit Recht der Ansicht, dass diese Eigenthümlichkeit, so wenig wie die sonst angegebenen Merkmale (BOISSIER bemerkt (Flor. l. c.), dass die unterirdischen Früchte sich an sonst in Blattform [und Behaarung!] sehr verschiedenen Formen finden) nicht ausreichen, um *V. amphicarpa* von der in fast ganz Europa und den Nachbarländern verbreiteten *Vicia angustifolia* Reich. spezifisch zu trennen, wie denn auch *Lathyrus amphicarpos* L. (vergl. ALEFELD, a. a. O. S. 363) jetzt allgemein als Form der *L. sativus* L. betrachtet wird, von dem er nur durch sein biologisches Verhalten, aber durch kein weiteres, nicht mit dieser „Amphikarpie“ (die sich gelegentlich wohl auch bei manchen anderen Papilionaceen, namentlich Vicieen, wie bei *Orobus setifolius* (L.) A. Br. nach ALEFELD, a. a. O (= *Lathyrus amphicarpos* Gouan, nec. L. nach LORET und BARRANDON), bei *O. saxatilis* Vent. nach COSSON [Bull. Soc. Bot. Fr. II. 1855 p. 509] findet) in Verbindung stehendes Merkmal zu unterscheiden ist.

Bisher sind unterirdische bezw. kleistogamische Blüthen in Mittel-Europa noch nicht von *Vicia angustifolia* bemerkt worden, welche beiläufig von BOISSIER (Voyage en Espagne)[1]), COSSON und KRALIK (l. c.) und ALEFELD (Landwirthschaftl. Flora 1866, S. 65) nur als „Varietätengruppe“ der *V. sativa* betrachtet wird. Und doch hätte es nach dem Vorhergehenden wohl nahe gelegen, diese so häufige Pflanze auch in Mittel-Europa in dieser Hinsicht anzusehen (vgl. Nachschrift S. 244). In der Berliner Gegend liegen die Verhältnisse für diese Untersuchung nicht allzugünstig, weil sich *V. angustifolia* vorzugsweise auf festem, begrasten Boden unserer trockenen Wälder wohl verbreitet, aber in der Regel nicht in groser Individuenzahl vorfindet.

Am 25. Mai d. J. traf ich am linken Spreeufer bei „Fürstenbrunn“ unterhalb Charlottenburg, den „weissen Sandbergen“ gegenüber, an der Böschung unterhalb des Rennplatzes, oberhalb des Eisenbahnplanums die fragliche Pflanze ungewöhnlich zahlreich in lockerem, spärlich bewachsenen Sandboden. Diese Stelle schien mir für die Aufsuchung etwaiger unterirdischer Blüthen geeignet. Das vollständige Ausgraben der Wurzeln hatte hier keine Schwierigkeiten und bald konnte ich, bei dieser Arbeit von mehreren der mich begleitenden Studirenden untertützt, konstatiren, dass mindestens 10 pCt. der Exemplare unter-

---

1) In der Flora Orientalis führt BOISSIER beide Arten zwar wieder getrennt auf, bemerkt aber p. 575 von *V. angustifolia*: Probabiliter non satis a *V. sativa* distincta

irdische, weisse Ausläufer und an diesen kleistogamische Blüthen besass. Die an reichlicherem Material, das ich mir bei einem neuen Besuch des Fundortes, in Begleitung der Herren Dr. C. MUELLER, Dr. H. SCHINZ und C. WARNSTORF holte, vorgenommene Untersuchung, bei der mich Herr Dr. MUELLER, dessen geschickter Hand ich auch die beigegebenen Abbildungen verdanke, sowie Herr Dr. POTONIÉ unterstützt haben, bestätigte fast in allen Punkten die Angaben, welche J. H. FABRE in seiner meisterhaften. aber, wie es scheint, wenig bekannt gewordenen[1]) Arbeit, über die südfranzösische *V. amphicarpa* (Bull. Soc. Bot. France II. (1855) p. 903 sq.) gemacht hat.

Die Ende Mai ausgegrabenen Exemplare der *Vicia angustifolia* zeigten sich in ihrem unteren Theile mehr oder minder oft sehr reichlich verzweigt, während die niederliegenden, Laubblätter tragenden Axen oberwärts ausser den gestauchten, seitlich 1—2 fast sitzende Blüthen tragenden Axillarsprossen keine weiteren Auszweigungen zeigen. Bekanntlich ist keiner dieser Blüthen bringenden Langtriebe bei dieser und den verwandten Arten, die directe Fortsetzung der Primäraxe, welche vielmehr, nachdem sie über einigen Niederblättern eine Anzahl von, durch die geringe Zahl der Joche und die Form der Blättchen ausgezeichnete Laubblätter gebildet hat, zu Grunde geht. Aus den Blattachseln der Hauptaxe entspringen einige jener Langtriebe, von denen die übrigen als basiläre Auszweigungen verschiedenen Grades, abstammen.[2])

---

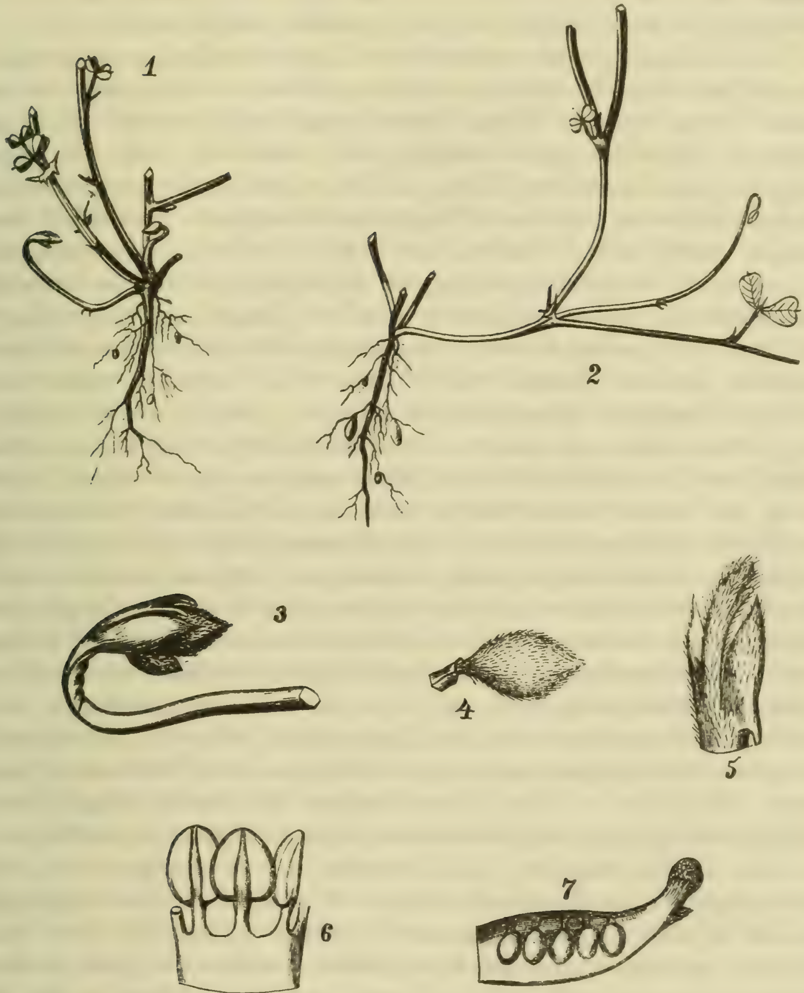
1) So spricht H. VON MOHL in seiner grundlegenden Arbeit über die kleistogamen Blüthen (Bot. Zeitung 1863, S. 312), offenbar nicht aus eigener Anschauung, sondern nach den Angaben von BENTHAM) wiederholt von den „apetalen“ unterirdischen Blüthen der *Vicia amphicarpa;* nach ihm H. MÜLLER (Die Befruchtung der Blumen durch Insekten. 1873. S. 255); BENTHAM u. HOOKER (Gen. Plant. I. (1867), p. 435 sprechen den kleistogamischen Blüthen der Leguminosen allgemein die Petala ab und noch in der 1876 erschienenen Flore de Montpellier von LORET und BARRANDON wird den unterirdischen Blüthen p. 183 eine „corolle nulle“ zugeschrieben. Ich verdanke die Kenntniss der FABRE'schen Abhandlung ALEFELD, der nach seiner Andeutung in Bonplandia 1861, S. 72 allerdings diese Abhandlung selbst nicht kannte, ja nicht einmal den Namen des Verfassers und das richtige Datum; als ich die Register des Bull. de la Societé Bot. von dem von ALEFELD angegebenen Jahre 1859 an rückwärts durchsah, war ich so glücklich, bald die citirte Notiz von COSSON u. KRALIK und durch diese die Arbeit von FABRE zu finden.

2) Nicht selten entwickelt sich ein jüngerer Spross neben einem älteren aus derselben Blattachsel oder in seltneren Fällen stehen auch zwei annähernd gleich entwickelte neben einander. Ob es sich hier um accessorische Beisprosse handelt oder ob, wie URBAN dies (Verhandl. d. Botan. Vereins Brandenb. 1873, S. 4 ff.) von den bei *Medicago* (welche Gattung, wie die Vicieen, 2 zeilige Laubblätter besitzt) am Grunde der Blüthenstandstiele später auftretende Laubsprossen nachweist, der jüngere Spross eine basiläre Auszweigung des älteren darstellt, bleibt weiterer Untersuchung vorbehalten.

Durch das Wachsthum der Wurzel wird ein grösserer oder kleinerer Theil dieses basilären Verzweigungs-Systems in die Erde hineingezogen, und der aus den Blattachseln dieser versenkten Internodien entspringenden Sprosse erscheinen als mehr oder weniger verlängerte, weisse, in weiten Abständen mit niederblattartig verkümmerten Phyllomen besetzte Ausläufer (Fig. 1, 2). Die öfter ergrünende Spitze dieser Ausläufer ist in der Regel nach oben gebogen oder vollständig zurückgekrümmt, sodass sie nicht mit den ersten Gebilden der Vegetationsspitze, sondern mit einem älteren, festere Gewebe besitzenden Theile das immerhin einigen Wiederstand leistende Erdreich durchdringen. Der Ueberwindung dieses Widerstandes ist wohl der auch von Fabre (p. 504) hervorgehobene geschlängelte Verlauf und die irreguläre Gestalt der Ausläufer zuzuschreiben, welche an verschiedenen Stellen von wechselndem Querdurchmesser, an der konkaven Seite jener Umbiegungsstelle (Fig. 3) öfter Querfurchen zeigen, wie man sie an den Gelenken der Aermchen und Beinchen wohlgenährter Säuglinge bemerkt. Ein Theil dieser Ausläufer tritt nach kurzem unterirdischen Verlauf über die Erdoberfläche und verhält sich in ihrem oberen Theile wie die übrigen Langtriebe; andere Ausläufer aber zeigen an ihrer Spitze 1 — 3 Gebilde, die an Gestalt und Grösse (ihre Länge beträgt 2 bis 4 *mm*) unentwickelten Knospen oberirdischer Blüthen gleichen, in der That aber kleistogamische Blüthen mit vollständig geschlechtsreifem Androeceum und Gynaeceum darstellen. Man unterscheidet die blüthentragenden Ausläufer von den vegetativen — beide erreichen zu dieser Zeit eine Länge von höchstens 1 — 2 *cm* — an der zugespitzten Form der kleistogamen Blüthen (Fig. 3, 4), deren Spitze von den fest zusammengeschlossenen Kelchzipfeln gebildet wird. Man kann nahezu von sämmtlichen Blattorganen der blüthenbringenden Ausläufer behaupten, dass sie „Hemmungsbildungen“ (arrêt de développement Fabre, p. 505) der entsprechenden oberirdischen Organe darstellen, indem sie auf einer Stufe der Entwickelung stehen bleiben, resp. in Funktion treten, welche bei letzterer noch weit von der definitiven Ausbildung entfernt ist. So sind bei den niederblattartigen Phyllomen der Ausläufer die Nebenblätter verhältnissmässig stark entwickelt und sogar mit den bei den oberirdischen Blättern so charakteristischen rückwärtsgerichteten Basalzähnen versehen. Zwischen den beiden Nebenblättern befindet sich ein dieselben an Länge um wenig übertreffendes Gebilde, welches dem Blattstiele entspricht und an seiner Spitze meist einige Paare von rudimentären Blättchen erkennen lässt. Ich habe diesen Mitteltheil des Blattes niemals vermisst, wenn also Fabre mit dem Ausdrucke „Feuilles rudimentaires réduites à leurs stipules“ ein vollständiges Fehlen desselben andeuten will, so weichen seine Beobachtungen von

---

1) Fabre l. c p. 504.



1. und 2. Unterer Theil zweier Exemplare von *Vicia angustifolia* Reich. aus der Berliner Flora mit unterirdischen, kleistogamische Blüthen tragenden Ausläufern. 3. Oberer Theil des Ausläufers auf Fig. 1. 4. Kleistogamische Blüthe. 5. Tragblatt derselben. 6. Theil der Staubfadenröhre derselben mit 3 Antheren. 7. Pistill derselben. Fig. 1 und 2 nat. Gr. 3—7 vergrössert.

den meinigen ab. An den oberen Blättern, auch der blüthentragenden Ausläufer bestätigt übrigens auch Fabre das Vorkommen von 4 bis 6 Blättchen. welche er gelblich gefärbt und höchstens einen *mm* lang fand. Die seitenständige Stellung der unterirdischen Blüthen ist besonders an den ausgewachsenen Früchten der *V. amphicarpa* (deren man selten mehr als eine an jedem Ausläufer findet) deutlich, wo die alsdann zu einer Länge von 1 *dm* und mehr gestreckten Ausläufer mit einem bis 5 *mm* langen sterilen Axenende abschliessen.

Ob die Analogie des Ausläufers mit den oberirdischen Axen auch so weit geht, dass die Blüthen nicht unmittelbar in den Achseln seiner Blätter stehn, sondern einem Verzweigungssystem zweiter Ordnung angehören, habe ich nicht ermittelt, doch darf ich wohl ohne diese Frage zu präjudiziren die Blätter, in deren Achseln die unterirdischen Blüthen erscheinen, als deren Tragblätter bezeichnen Der Kelch der hiesigen unterirdischen Blüthen bietet, abgesehen von seiner geringen Grösse, nichts Bemerkenswerthes, bei *V. amphicarpa* wird er schliesslich durch das sich vergrössernde Ovar der Länge nach aufgesprengt und zur Seite gedrängt, was bekanntlich auch bei den oberirdischen Früchten mancher Formen von *V. angustifolia* bezw. *V. sativa* der Fall ist. Umsomehr muss man sich wundern, dass ein sonst so sorgfältiger Beobachter wie Alefeld (Bonplandia 1861, S. 72) diese „einseitige bauchige Scheide“ für den Tubus stamineus gehalten und folgerichtig den unterirdischen Blüthen nicht nur die Corolla, sondern auch den Kelch abgesprochen hat. Die Blumenblätter sind dünnhäutig und hyalin, sonst aber an Zahl, Stellung und Deckung mit den oberirdischen übereinstimmend; ebenso sind auch die Staubblätter in gleicher Weise wie an den chasmogamen Blüthen verwachsen. Während indess sowohl der verwachsene, als der freie Theil der Filamente der unterirdischen Blüthen sehr kurz bleibt, ist zwischen den Antheren von beiderlei Blüthen kein erheblicher Unterschied, selbst in der Grösse, zu finden. Sie springen auch in den kleistogamischen Blüthen auf und konnte ich Pollen in dem bürstenförmigen Haarbüschel (Fig. 7) bemerken, welcher sich wie bei den chasmogamen Blüthen an der Vorderseite des Griffels befindet. Ich bezweifle um so weniger, dass bei vollständiger Entleerung der Staubbeutel Pollen auf die Narbe gelangt, als dies ja auch bei den chasmogamen Blüthen vieler *Vicia*-Arten der Fall ist, wo indess von den besuchenden Insekten der eigene Pollen abgerieben und fremder auf die durch Zerreiben von Papillen klebrig gewordene Fläche gebracht und so die Selbstbestäubung grösstentheils vermieden wird. (Vgl. Delpino, Ulteriori osservazioni sulla dicogamia p. 5, H. Mueller, Befrucht. d. Blumen, S. 246, 254.)

Es dürfte wohl zweckmässig sein, die verschiedenen Bestäubungsvorgänge in kleistogamischen Blüthen mit kurzen Namen zu bezeichnen, ich schlage daher die Bezeichnung chasmantherische Bestäubung für den dem Verhalten fast aller chasmogamen Blüthen entsprechenden Hergang vor, bei dem die Pollenzellen aus den geöffneten Antheren auf die Narbe gelangen und dort ihre Schläuche treiben, wie dies bei unserer Pflanze der Fall ist, wogegen ich mit kleistantherische Bestäubung den Vorgang bezeichne, bei dem dieselben durch die Wandungen der geschlossenen Anthere hindurch ihre Schläuche nach der Narbe senden. Dass bei einigen kleistogamen Blüthen, wie bei *Viola mirabilis* (vgl. H. v. MOHL, a. a. O. S. 324) kleistantherische und chasmantherische Bestäubung zusammen vorkommen, macht diese Bezeichnungen nicht entbehrlich, ebensowenig wie die Unterscheidung durch die Thatsache hinfällig wird, dass auch bei chasmogamen Blüthen, z. B. den von CH. DARWIN (The different forms of flowers on plants of the same species London 1877, p. 337) erwähnten Asclepiadaceen und Orchidaceen Pollenschläuche aus den (mitunter auch in der [dann aber geöffneten!] Anthere befindlichen) nicht mit der Narbe in Kontakt stehenden Pollenzellen nach der Narbe getrieben werden.

Die weiteren Stadien der Entwickelung der unterirdischen Blüthen habe ich an der hiesigen *V. angustifolia* noch nicht beobachtet, zweifle indessen kaum, dass auch hier unterirdische Früchte zur Reife gelangen werden. Ich behalte mir vor, über später darauf zu richtende Beobachtungen zu referiren, veröffentliche indess die bisherigen schon jetzt, damit dieselben noch in diesem Jahre an recht vielen Orten Mittel-Europas wiederholt und geprüft werden können. Jedenfalls dürfte sich schon aus der gesicherten Existenz unterirdischer kleistogamischer Blüthen an der hiesigen *V. angustifolia* ergeben, dass der *V. amphicarpa* auch das ihr bisher noch zugeschriebene Attribut einer beschränkteren geographischen Verbreitung abgeht, dass dieselbe somit nach COSSON's und KRALIK's treffenden Ausdrucke eher einen Zustand der *V. angustifolia* beziehungsweise *V. sativa* als eine Form (Varietät)[1]) darstellt. Ebensowenig kann die Amphikarpie noch als eine ausschliessliche Anpassung an das Klima des Mittelmeergebiets (etwa den heissen regenlosen Sommer) angesehen werden.

Nach FABRE enthalten die Fruchtknoten der unterirdischen Blüthen 3—4 Ovula, von denen sich in der Regel nur eines (selten zwei) zu einem Samen ausbildet, der die oberirdischen an Grösse übertrifft. Ich fand in der hiesigen Pflanze fünf Ovula, und scheint die Zahl der Samen auch an den oberirdischen Früchten bei uns eine constant etwas grössere zu sein; ich fand in diesen 10—13 (an schwächlichen Exemplaren mindestens 7—8), während FABRE in der Hülsen der secundären Axen 6—7 und an denen der weitern Auszweigungen (auch der oberirdischen) nur 2—3 Samen beobachtete. Ich habe einen Unterschied in der Samenzahl an den oberirdischen Hülsen, je nach der Abstammung der sie tragenden Axen, überhaupt nicht bemerkt.

Die unteren Blattachseln der Langtriebe nahe über dem Erdboden oder gerade im Niveau desselben zeigen meist sehr entwickelte (öfter

---

1) Die CLUSIUS'sche Abbildung würde nach ihrer Blattform der varietas *cordata* Wulf. als Art zuzurechnen sein, ebenso alle Exemplare aus Cyrenaika. Aus Südfrankreich sah ich auch ein Exemplar (Hb. SCHEPPIG) dessen oberirdischer Theil eine typische *V. sativa* darstellte.

collateral [vgl. oben S. 237 Anm. 2] auftretende) Knospen, von denen manche Ende Mai schon zu kurzen, wenig Centimeter langen Sprossen ausgewachsen sind. Diese Sprosse sind zwar grün gefärbt, bieten aber mit den Ausläufern insofern einige Aehnlichkeit als ihre unteren Blätter ebenfalls eine verkümmernde Lamina zeigen und an der Spitze mehrere dicht gedrängte Blüthenknospen stehn, die mitunter auch schon sich öffnen, während ihre Petala noch beträchtlich kleiner sind, als an den oberen echten Luftblüthen und nur schwach an den Spitzen gefärbt erscheinen. Jedenfalls entwickeln sich diese Blüthen aber mehrere Wochen später als die der Langtriebe selbst, an denen man zu dieser Zeit schon reichlich zu ihrer definitiven Länge ausgewachsene Hülsen findet. Offenbar stellen diese grünen ausläuferartigen Sprosse Mittelbildungen zwischen normalen ober- und unterirdischen Sprossen dar, wie denn überhaupt diese beiden Sprossformen bei der übereinstimmenden Anlage ihrer Organe noch im verhältnissmässig späten Stadien ineinander übergeführt werden können. Aus den interessanten Versuchen Fabre's ergiebt sich neuerlich, dass durch das Entblössen der unterirdischen Sprosse (mit den geeigneten Vorsichtsmassregeln gegen das Vertrocknen) und das Eingraben der Spitzen von oberirdischen Axen annähernd den normalen Luft- bezw. Bodensprossen analoge Bildungen zu Stande kamen.

Einen unvollkommenen Versuch dieser Art hatte an unserem Fundorte die Natur angestellt, da ein Exemplar einen mit zahlreichen Laubblättern und einigen Blüthen versehenen Spross besass, der in hohem Maasse etiolirt war. Vermuthlich war dies ein oberirdischer Spross, der durch irgend einen Zufall schon ansehnlich entwickelt mit Sand oberflächlich überschüttet wurde, und sich in dieser Lage weiter entwickelte.

Wie sehr die Entwicklung der unterirdischen Blüthen von bisher nicht ermittelten Bedingungen beeinflusst wird, beweist, ausser dem immerhin sporadischen Auftreten derselben bei uns, das entgegengesetzte Ergebniss der Culturversuche, welche Durieu de Maisonneuve in Bordeaux und Herr H. Strauss in Berlin mit *Vicia amphicarpa* anstellten. Ersterer säte (nach Cosson und Kralik) Samen der unter- und der oberirdischen Hülsen aus, erhielt aber nur *V. angustifolia* ohne unterirdische Blüthen; letzterer (vgl. Sitzber. Bot. Ver. Brandenb. 1881 S. 46) erzog (aus den Samen oberirdischer Hülsen, wie ich hier hinzufüge) Pflanzen, die nur unterirdische Hülsen brachten. Durch das Keimen dieser unterirdischen Samen erhielt sich diese Pflanze, wie mir Herr Strauss mittheilte, mehr als 2 Jahre, bis zum Sommer 1883, ohne dass überhaupt oberirdische Blüthen erschienen.

Obwohl der besprochene Fall von Amphikarpie einer mitteleuropäischen Pflanze nicht ganz vereinzelt ist, so dürfte sich vielleicht kein so leicht zugängliches, auch zu Unterrichtszwecken zu verwerthendes Beispiel finden. Von der nahe verwandten *Vicia lutea* L. berichtet J. E. SMITH in seiner English Flora (1828 citirt von ALEFELD, Botan. Zeit. 1862 S. 363): Some of its branches are entirely subterraneous, producing colourless, apparently imperfect, flower-buds, which nevertheless[1]) form seeds. SMITH hat also (doch jedenfalls in England) an dieser Species ganz dasselbe gesehen, was ich soeben von *V. angustifolia* beschrieb, und auch unterirdische Früchte beobachtet. Allerdings ist mir nicht bekannt, ob diese Beobachtung jemals später wiederholt wurde; ALEFELD suchte bei Darmstadt an cultivirten und wilden Pflanzen, ebenso an Herbar-Exemplaren vergeblich darnach. Ferner gehören hierher die von MICHALET (Bullet. Soc. Bot. France VII. (1860) p. 468) entdeckten unterirdischen Blüthen und Früchte von *Linaria spuria* (L.) Mill., welche sich an zwar oberirdisch entspringenden, bald aber in die Erde eindringenden Sprossen entwickeln. Diese bilden den Uebergang zu den kleistogamischen Blüthen von *Oxalis Acetosella* L., welche nach MICHALET (l. c. p. 467), TREVIRANUS (a. a. O.) und H. v. MOHL (a. a. O. S. 321) eine Neigung besitzen, sich in Moos, Coniferen-Nadeln und Laub, auch in den Boden zu vergraben und dort die Frucht zu reifen, ja an den ersteren oft ganz unteririrdisch bleiben. Auch *Viola odorata* L. (nach DARWIN l. c. p. 317) *V. alba* Bess. (nach MICHALET l. c. p. 466), *V. hirta* L. und *V. collina* Bess. (nach VAUCHER, citirt von DARWIN l. c.) vergraben ihre kleistogamen Blüthen um die Frucht zu reifen. Es leuchtet ein, dass die zuletzt erwähnten Fälle geeignet sind, die Grenzen zwischen der von uns bisher besprochenen Amphikarpie und der Geokarpie zu verwischen, Erscheinungen, die in der Familie der Leguminosen so scharf getrennt sind. Wir verstehen unter Geokarpie seit TREVIRANUS die bei der corsisch-sardinischen Crucifere *Morisia monantha* (Viv.) Aschs. (= *M. hypogaea* Gay.), ferner bei den Papilionaceen *Arachis hypogaea* L., *Voandzeia subterranea* (L.) Du Pet.

---

[1]) Dies Wort, welches dem deutschen „nichtsdestoweniger“ entspricht, ist offenbar von A. als eine Negation, etwa als ein verstärktes never aufgefasst worden, da er dazu auffordert, nachzusehen, ob nicht noch in England auch unterirdische Früchte vorkommen, die SMITH doch in den citirten Worten beobachtet zu haben angiebt. Auch tauft ALEFELD die betreffende Pflanze *Hypechusa lutea amphiantha*, während er dem von ihm im Berliner Herbar vorgefundenen amphikarpischen *Orobus setifolius* das „nomen novum“ *Orobus setifolius amphicarpus* ertheilt, in Anschluss an seine *Vicia angustifolia amphicarpa* (= *Vicia amphicarpa* Dorth.) und *Cicercula sativa amphicarpa* (= *Lathyrus amphicarpos* L.) Dies Verfahren ist eine unbeabsichtigte aber deshalb um so schlagendere Satyre auf die Methode, einem bestimmten morphologischen oder physiologischen Zustande einer Pflanze eine systematische Benennung beizulegen. Ebensogut könnte man jede Phanerogame je nach ihrem Entwicklungsstadium z. B. als *Matthiola tristis florifera* und *fructifera* benennen.

Th.[1]), *Trifolium subterraneum* L., *Trigonella Aschersoniana* Urban (vgl. Urban Sitzber. Bot. Verein Brandenb. 1881 S. 69[2]) etc. vorkommende Erscheinung, dass die Frucht einer oberirdisch entwickelten (in den bisher betrachteten Fällen stets chasmogamen) Blüthe nur unterirdisch reifen kann, zu welchem Behufe sich der junge Fruchtknoten in den Boden einbohrt.

Die Natur erkennt überhaupt wie in den systematischen Gruppen, so auch in unseren morphologischen und biologischen Unterscheidungen keine scharfe Grenze an. Selbst die anscheinend durch eine so grosse Kluft getrennten chasmogamen und kleistogamen Blüthen werden durch Uebergangsformen verbunden, als welche offenbar chasmogame Blüthen von kleineren Dimensionen und mit kümmerlich entwickelter Corolla anzusehn sind, wie sie z.B. bei *Collomia linearis* (Pursh) Nutt., *C. Cavanillesii* Hook. et Arn. und *C. grandiflora* Dougl. von Scharlok (Botan. Zeitung 1878 S. 643—645) und F. Ludwig (a. a. O. S. 739, 740) bei *Oxalis Acetosella* L. von Darwin (l. c. p. 311, auch ich habe ähnliche gesehen), bei *Vida alba* Bess. von Michalet (l. c. p. 465) beobachtet wurden; bei *V. hirta* L. beobachtete dieselben in ausgezeichneter Weise Herr stud. phil. E. Buenger, welcher sie in meiner Gegenwart auf den Rüdersdorfer Kalkbergen im Mai d. J. auffand. Auch die S. 241, 242 erwähnte Blüthen der grünen ausläuferähnlichen Sprosse von *Vicia angustifolia* dürften hierher zu rechnen sein.

Nachschrift. Herr M. Kuhn, der sich vor längeren Jahren eingehend mit der Frage der Kleistogamie (welche Bezeichnung von ihm zuerst in Botan. Zeitung 1867 S. 66 vorgeschlagen wurde) beschäftigt hat, macht mich darauf aufmerksam, dass in dem schon mehrfach erwähnten Aufsatz von Treviranus „Amphicarpie und Geocarpie“ Bot. Zeit. 1863, S. 145 auch die unterirdischen Organe der deutschen *Vicia angustifolia* besprochen sind. Es heisst daselbst: „Die Tribus der Vicieen . . . . hat . . . . unter der Erde bleibende Saamenblätter, aus deren Axillen, ausser dem Hauptstamme, zahlreiche Nebenstämme hervorgehen, (vgl. S. 237), die mehr oder minder unterirdisch bleiben und in Folge dessen von chlorotischer, saftvoller Beschaffenheit sind. Solche sind es, an denen die subterranen Früchte von *Vicia amphicarpa* . . sich zu bilden pflegen, und ich habe deren auch an dem südfranzösischen

---

[1] Darwin (l. c. p. 313 und 327) führt diese Pflanze allerdings unter den amphikarpischen auf; der von ihm gewissermassen als Gewährsmann citirte brasilianische Botaniker Correa de Mello berichtet aber (Journ. of Linn. Soc. Bot. XI. 1870 p. 254 gerade im Gegentheil, dass sich *Voandzeia* genau wie *Arachis* verhalte. Derselben Meinung war schon Linné fil. (Dec. II. pl. rar. Hort. Ups. 1763. p. 38) der im Garten zu Upsala die abgeblühten Blüthenstiele in die Erde eindringen, aber keine Frucht reifen sah.

[2] Diese Pflanze wurde ausser bei Alexandrien neuerdings auch bei Benghasi von Ruhmer [No. 89!] gesammelt.

Orobus saxatilis (vgl. S. 236), an *Vicia pyrenaica*, *narbonensis* und selbst unter Umständen an unserer gemeinen *Vicia angustifolia* in Menge wahrgenommen, ohne dass es zur Bildung einer Frucht unter der Erde gekommen wäre, wozu es einer Besonderheit in Klima und Standort zu bedürfen scheint. Hieraus geht hervor, dass TREVIRANUS allerdings in Deutschland nach unterirdischen Früchten von *V. angustifolia* gesucht hat. Ob er Blüthen beobachtet, ist aus den citirten Worten nicht zu ersehen; dass er sie sicher als solche erkannt hat, mindestens unwahrscheinlich. — Unterirdische Blüthen wurden auch an anderen Orten in der Nähe von Berlin von den Herren JACOBASCH und SCHEPPIG, bei Braunschweig von Herrn Dr. SCHINZ (dort in einer Tiefe von mehr als 1 *dm*) beobachtet.

Sitzung vom 27. Juni 1884.

Vorsitzender: Herr A. W. Eichler.

Zu ordentlichen Mitgliedern werden proklamirt die Herren:

Lojander, Hugo, Apotheker in Toijala (Finland).
Blenk, Dr. **Paul** in München.
Prescher, Dr. in Zittau.

Zum ausserordentlichen Mitglied wird proklamirt:

Herr **Marloth,** Dr. **Rudolf** in Capstadt (Afrika).

Als ordentliche Mitglieder werden vorgeschlagen die Herren:

Dr. **A. Fischer von Waldheim,** Professor an der Universität in Warschau (durch Wittmack und Magnus).

W. Perring, Inspektor des kgl. botan. Gartens in Berlin W., Potsdamerstrasse 75 (durch Eichler und Urban).

Dr. **Giovanni Briosi,** Professor an der Universität in Pavia (durch Pringsheim und Eichler).

Neu eintretenden Mitgliedern wird Band I. der Berichte gegen an den Schatzmeister Herrn Otto Müller, Berlin W., Wilhelmstr. 91 zu leistende Zahlung von ℳ 12 franco nachgeliefert.

Mittheilungen.

37. G. Firtsch: Zur Kenntniss der geotropischen Reizbarkeit der Wurzelspitze.

Eingegangen am 30. Mai 1884.

Den Ausgangspunkt der Untersuchung bildete die Frage, ob die Decapitation der Wurzelspitze das Längenwachsthum der Wurzel hindernd beeinflusse oder nicht. Diese Frage ist bekanntlich von verschiedenen Autoren im entgegengesetzten Sinne beantwortet worden, und setze ich die diesbezüglichen Arbeiten als bekannt voraus[1]). Ich selbst gelangte auf Grund zahlreicher Untersuchungen, welche ich mit Keimpflanzen von *Vicia faba*, *Pisum sativum*, *Lupinus angustifolius* und *Zea Mais* anstellte, zu den nachstehenden Ergebnissen:

1. Vertical gestellte Keimwurzeln wachsen, falls sie decapitirt wurden, ebenso rasch oder nur um ganz weniges langsamer in die Länge als unversehrte Wurzeln. Dabei ist aber zu bemerken, dass die Decapitation eine gewisse Grenze nicht überschreiten darf; wird mehr als 1,5 *m* (Mais) — 2 *mm* (*Vicia faba*) abgetragen, so tritt eine beträchtliche, offenbar pathologische Verlangsamung des Längenwachsthums ein.

Unter den verschiedenen Versuchsreihen, aus welchen dieser Satz gefolgert wurde, hebe ich blos eine hervor, welche sich auf Keimlinge von *Lupinus angustifolius* bezieht. Die Keimlinge wurden mittelst Stecknadeln auf eine horizontale Holzbrücke, inmitten eines allseitig mit feucht erhaltenem Fliesspapier ausgekleideten Glasgefässes, befestigt. Während der Dauer des Versuches befand sich das Glasgefäss im Dunkeln; die Temperatur schwankte, da die Versuche im Winter ausgeführt wurden, zwischen 15—20 ° C. Ich erwähne gleich, dass alle übrigen Versuche nach gleicher Methode angestellt wurden.

(Siehe Tabelle I. S. 249).

2. Horizontal gestellte Keimwurzeln wachsen, falls sie nicht zu stark decapitirt sind, rascher in die Länge als nicht decapitirte, zeigen aber trotzdem keine geotropische Krümmung. Dieses stärkere Längenwachsthum der decapitirten Wurzeln steht, wie ich

---

[1]) Es liegt nicht in meiner Absicht mich in eine kritische Besprechung dieser Arbeiten einzulassen.

Tabelle I.

Lupinus angustifolius. Wurzeln vertical.

Vergleichs-Paare	Ursprüngliche Wurzellänge in Millimeter	24stündiger Zuwachs in Millimeter	
		Wurzeln um 1 *mm* decapitirt	Wurzeln nicht decapitirt
1	22	8	9
2	20	8,5	8,5
3	23	9	8,5
	Mittel	8,5	8,66

glaube, in Zusammenhang damit, dass sich dieselben nicht krümmten. Jener Kraftaufwand, welcher bei den nicht decapitirten Wurzeln zur Hervorrufung der geotropischen Krümmung nöthig ist, kommt bei den sich nicht krümmenden decapitirten Wurzeln dem Längenwachsthum zu Gute. Dieser Erklärungsversuch wird durch die Thatsache unterstützt, dass, wie schon erwähnt wurde, die vertical abwärts wachsenden Wurzeln eine solche Wachsthumsdifferenz zu Gunsten der decapitirten Wurzeln nicht zeigen. Ferner hat auch schon Sachs[1]) gezeigt, dass das Längenwachsthum einer sich geotropisch krümmenden Wurzel geringer ist als das einer gerade abwärts wachsenden.

Im Nachstehenden gebe ich nun einige Tabellen, welche die Differenzen im Längenwachsthum decapitirter und unversehrter Wurzeln veranschaulichen sollen.

Tabelle II.

Lupinus angustifolius. Wurzeln horizontal.

Vergleichs-Paare	Ursprüngliche Länge in Millimeter	24 stündiger Zuwachs in Millimeter	
		der nicht decapitirten Wurzeln	der um 1 *mm* decapitirten Wurzeln
1	15	5	9
2	28	8	8,5
3	40	6	7,5
4	35	5	8
5	66	3	4,5

---

[1]) Sachs, Ueber das Wachsthum der Haupt- und Nebenwurzeln Arb. d. bot. Inst. Würzburg. I. p. 463.

Tabelle III.

Pisum sativum. Wurzeln horizontal.

Nummer	Ursprüngliche Länge in Millimeter	Decapitirtes Stück in Millimeter	Zuwachs in 24 Stunden
1	15	0	25,5
2	15	0,5	28
3	15	0,5	28,5
4	15	1	26

Tabelle IV.

Zea Mais. Wurzeln horizontal.

Nummer	Ursprüngliche Länge in Millimeter	Länge d. decapitirten Stückes in Millimeter	24 stündiger Zuwachs in Millimeter
1	20	0	6,5
2	20	0,25	9
3	15	0	8,5
4	15	0,3	11
5	15	0,4	9,5
6	15	0,5	7

Aus den Ergebnissen dieser Versuche, welche zu wiederholten Malen angestellt und nach verschiedenen Seiten hin variirt wurden, folgere ich im Anschluss an Darwin, Krabbe und Andere, dass die Wurzelspitze es ist, welche durch den Einfluss der Schwerkraft gereizt wird, und dass von ihr aus der Anstoss zur geotropischen Krümmung der im stärksten Längenwachsthum befindlichen Zone ausgeht.

An diesen Satz knüpft sich nun eine zweite Frage, welche bisher noch nicht in Angriff genommen wurde. Da die Wurzelspitze aus verschiedenen Bildungsgeweben besteht, so frägt es sich, ob alle diese Gewebe für die Schwerkraft in gleichem Maass empfindlich sind, oder ob eine Localisirung des Empfindungsvermögens auf ein bestimmtes Bildungsgewebe statt hat.

Auf Anregung meines hochverehrten Lehrers, Professor Dr. G. Haberlandt, dem ich für das rege Interesse, welches er meiner Arbeit entgegenbrachte, hiermit meinen wärmsten Dank ausspreche, entschloss ich mich zur Bearbeitung dieser Frage.

Die Versuche, welche ich zu ihrer Lösung unternahm, wurden mit den Keimwurzeln von *Zea Mais*, *Helianthus annuus*, *Polygonum fagopyrum*, *Pisum sativum* und *Vicia faba* angestellt, welche Wurzeln drei bekanntlich sehr verschiedenen Typen des Scheitelwachsthums der Wurzel angehören.

Die Wurzeln von *Zea Mais* besitzen, wie die Gramineen- und Cyperaceenwurzeln überhaupt, ein scharf gesondertes Calyptrogen, welches am Scheitel die gemeinsame Initiale des Protoderms und der Rinde (Dermatogen und Periblem) des Wurzelkörpers, überdeckt. Die Entfernung vom Scheitel des Wurzelkörpers bis zur Spitze der Wurzelhaube (das ist die Höhe der letzteren) schwankt zwischen 0,25—0,4 *mm*. Aus einigen Versuchen ergab sich bereits, dass durch die Decapitation kein längeres Stück als der Höhe der Wurzelhaube sammt dem Calyptrogen entspricht entfernt zu werden braucht, um die Krümmung der Wurzel hintanzuhalten.

Diese Versuche, sowie die später zu beschreibenden, wurden in der Weise ausgeführt, dass die Wurzel unter dem Praeparirmikroskop auf einen in Viertelmillimeter getheilten Massstab gelegt und mit einem scharfen Scalpell möglichst senkrecht zur Längsaxe der Wurzel decapitirt wurde. Nach Beendigung des Versuchs wurden natürlich immer Längsschnitte durch die Wurzeln angefertigt, um zu sehen, welche Bildungsgewebe durch die Decapitation entfernt worden waren.

Unter zahlreichen Versuchen, welche ich mit *Zea Mais* anstellte und welche alle das gleiche Resultat ergaben, führe ich nur einige an.

(Siehe Tabelle V. S. 252.)

Aus dieser Tabelle sieht man nun, dass zur Verhinderung der geotropischen Krümmung die Decapitation der Wurzelhaube sammt Calyptrogen vollkommen hinreicht. Da aber andererseits bei blosser Decapitation der Haube, wobei das Calyptrogen wenigstens theilweise erhalten bleibt, die geotropische Krümmung nicht verhindert wird, wenn sie auch weniger energisch ausfällt, so folgt daraus, dass in der Wurzelspitze des Maises ausschliesslich das Calyptrogen das geotropisch reizbare Bildungsgewebe ist.

Vielleicht wäre es richtiger, das Calyptrogen als das vorzugsweise reizbare Bildungsgewebe hinzustellen; denn eine ganz geringe Reizbarkeit der übrigen Bildungsgewebe ist natürlich nicht ausgeschlossen, wenn sie auch unter natürlichen Verhältnissen zu keiner geotropischen Krümmung führen kann, und deshalb vollkommen bedeutungslos ist.

Ich gehe nun zu den Versuchen mit den Keimwurzeln von *Helianthus annuus* über. Die Wurzelhaube entsteht hier bekanntlich durch tangentiale Theilungen im Protoderm (Dermatogen); ein und dasselbe Bildungsgewebe erzeugt demnach Epidermis und Haube und ist deshalb von Eriksson als Dermocalyptrogen bezeichnet worden. Bei der Decapitation suchte ich demnach dieses Dermocalyptrogen ganz oder theilweise zu entfernen, ohne die Initialen der Rinde und des Central-

Tabelle V.

Zea Mais. Wurzeln horizontal.

Nummer	Ursprüngliche Länge in Millimeter	24 stündiger Zuwachs in Millimeter	Länge d. decapit. Stücks in Millimeter	Geotropische Krümmung	Anmerkungen
1	20	9	0,25	sehr schwach geotr. gekrümmt.	Bloss der grössere Theil der Haube weggeschnitten. Calyptrogen erhalten.
2	15	11	0,3	keine geotr. Krümmung.	Wurzelhaube sammt Calyptrogen weggeschnitten. Initialen des Wurzelkörpers erhalten.
3	10	—	0,3	keine geotr. Krümmung, schwache Nutation aufwärts.	Haube und Calyptrogen entfernt. Initialen des Wurzelkörpers erhalten.
4	15	9,5	0,4	keine geotr. Krümmung, sehr schwache Nutation seitwärts.	Genau so wie bei Nr. 3.
5	14	11	0,35	keine geotr. Krümmung.	Haube und Calyptrogen entfernt. Initialen des Wurzelkörpers tangirt u. beschädigt.
6	14	12	0,4	keine geotr. Krümmung.	Genau so wie bei Nr. 5.

stranges zu beschädigen. Nach einigen Versuchen gelang dies ganz gut, doch durfte die Decapitation nie mehr als 0,25 — 0,3 betragen.

(Siehe Tabelle VI. S. 253).

Aus dieser Tabelle folgere ich, dass bei *Helianthus*wurzeln das geotropisch reizbare Organ der Wurzelspitze das scheitelständige Dermocalyptrogen ist, weil nach dessen vollständiger oder nahezu vollständiger Abtragung die geotropische Krümmung der Wurzel unterbleibt.

Aehnliche Resultate erhielt ich mit *Polygonum fagopyrum*, dessen Wurzel nach demselben Typus gebaut ist. Die Untersuchung ist hier allerdings sehr erschwert, da die Höhe der Haube und des Calyptrogens eine sehr geringe ist.

Weitere Versuche wurden mit den Keimwurzeln von *Vicia faba* und *Pisum sativum* angestellt, welche bekanntlich in ihrem sogenannten „Transversalmeristem“ ein gemeinsames Bildungsgewebe für den scheitelständigen Theil der Haube und den Wurzelkörper haben: Bei der Decapitation handelte es sich hier um die theilweise oder vollständige Abtragung des Transversalmeristems.

(Siehe Tabelle VII. S. 253).

Tabelle VI.

Helianthus annuus. Wurzeln horizontal.

Nummer	Ursprüngliche Länge in Millimeter	24 stündiger Zuwachs in Millimeter	Länge d. decapit. Stücks in Millimeter	Geotropische Krümmung	Anmerkungen
1	10	5,5	0,15	gekrümmt.	Fast das ganze Dermocalyptrogen erhalten.
2	22	6	0,15	sehr wenig gekrümmt.	Dermocalyptrogen noch zum grössten Theile erhalten.
3	22	6	0,2	keine Krümmung.	Ein ganz kleiner Theil des Dermocalyptrogens noch erhalten.
4	12	6	0,2	keine Krümmung.	Ein kleiner Theil des Dermocalyptrogens noch erhalten.
5	30	6	0,25	keine Krümmung.	Innerste Schicht des Dermocalyptrogen noch erhalten.
6	18	6	0,3	keine Krümmung.	Die Initialen des Wurzelkörpers beschädigt.

Tabelle VII.

Vicia faba. Wurzeln horizontal.

Nummer	Ursprüngliche Länge in Millimeter	24 stündiger Zuwachs in Millimeter	Länge d. decapit Stücks in Millimeter	Geotropische Krümmung	Anmerkungen
1	20	16	0,5	sehr schwache Krümmung.	Das Transversalmeristem ist noch ganz erhalten.
2	20	22	0,5	keine Krümmung.	Ein kleiner Theil des Transversalmeristems entfernt.
3	20	7	0,5	keine Krümmung.	Ein kleiner Theil des Transversalmeristems noch erhalten.
4	20	9	0,7	keine Krümmung.	Transversalmeristem knapp entfernt.
5	20	7	1,0	keine Krümmung.	Etwas mehr als das Transversalmeristem entfernt.

Es zeigt sich also aus den Angaben dieser Tabelle, dass zur Hintanhaltung der geotropischen Krümmung die Abtragung des oberen

Theiles des Transversalmeristems, welcher die Regeneration der Wurzelhaube besorgt, ausreicht. Aehnliche Resultate erhielt ich auch mit *Pisum sativum.*

Fasst man die Ergebnisse aller dieser Versuche zusammen, die mit Wurzeln angestellt wurden, deren Scheitel nach sehr verschiedenen Typen gebaut sind, so gelangt man zu dem allgemeinen Satz:

Zur Verhinderung der geotropischen Krümmung genügt die Abtragung jenes Bildungsgewebes, welches die Regeneration der Wurzelhaube bewerkstelligt. Dieses haubenbildende Meristem ist demnach das geotropisch reizbare Bildungsgewebe.

Es ist gewiss bemerkenswerth, dass gerade jenes Bildungsgewebe, welches blos der Wurzelspitze eigenthümlich ist, zugleich den Träger einer ganz specifischen Function der letzteren vorstellt.

Wenn ich den obigen Satz schon jetzt in seiner allgemeinen Fassung hingestellt habe, so geschieht dies natürlich mit einiger Reserve; doch zweifle ich nicht, dass Versuche mit anderen Pflanzen die Richtigkeit obiger Angaben bestätigen werden.

Gegen die Folgerungen, die ich aus meinen Versuchen ableite, könnte der Einwand erhoben werden, dass bei Abtragung des Bildungsgewebes der Wurzelhaube die übrigen angrenzenden Bildungsgewebe des Wurzelkörpers eine derartige Schädigung erfahren, dass ihre möglicherweise vorhanden gewesene geotropische Reizbarkeit aufgehoben wurde. Diesem Einwande wird jedoch durch die Thatsache der Boden entzogen, dass die zurückgebliebenen Bildungsgewebe des Wurzelkörpers in ihren Wachsthums- resp. Zelltheilungserscheinungen durchaus nichts Pathologisches darboten.

Allerdings streckten sich die Zellen der von dem Drucke befreiten oberen Transversalmeristemschichten (*Pisum* und *Vicia faba*) longitudinal, eine sonstige Veränderung oder eine Beeinflussung der Zelltheilungsvorgänge konnte aber nicht constatirt werden.

Bei den *Mais*wurzeln zeigte sich, dass sich nach Aufhebung des Druckes die Initialen des Wurzelkörpers vorwölbten; in einem Falle sogar so weit, dass die Protodermrindeninitiale im medianen Längsschnitt das Aussehen einer sich segmentirenden Farnscheitelzelle erhielt.

Wie ich schon oben erwähnte, ist eine geringe geotropische Empfindlichkeit der übrigen Bildungsgewebe der Wurzelspitze nicht ausgeschlossen, und bei Ausführung des Knight'schen Rotationsversuches könnte eventuell diese Reizbarkeit bei hinlänglich grosser Rotationsgeschwindigkeit, d. h. bei genügend starkem Reize sogar zur entsprechenden Krümmung der wachsthumsfähigen Zone führen. Ich halte dies sogar für nicht unwahrscheinlich; allein unter den natürlichen Verhältnissen kommt doch nur die geotropische Reizbarkeit des Bildungsgewebes der Wurzelhaube in Betracht.

Der Zweck meiner Arbeit wird erfüllt sein, wenn aus ihr deutlich hervorgeht, dass bei allen derartigen Versuchen, die Empfindlichkeit der Wurzelspitze betreffend, auf den verschiedenen anatomischen Bau derselben mehr Rücksicht genommen werden muss, als bisher geschehen ist.

Graz, Botanisches Laboratorium der
technischen Hochschule.

---

38. L. Radlkofer: Ueber zwei Buddleieen des Herbarium Willdenow.

Eingegangen am 7. Juni 1884.

In meinem „Beitrage zur africanischen Flora“ in den Abhandlungen des naturwissenschaftlichen Vereines in Bremen, Bd. VIII, 1883, und in einem Nachtrage dazu, welcher ebendort unter dem Titel „drei Pflanzen aus Central-Madagascar“ zur Veröffentlichung gelangt ist, habe ich p. 406 und p. 461 zwei neue madagascarische Loganiaceen-Gattungen aus der Tribus der Buddleieen unter den Namen *Adenoplea* und *Adenoplusia* aufgestellt, die erstere unter Zugrundelegung einer Pflanze aus dem Nachlasse RUTENBERG's, die andere nach einer Pflanze aus der Sammlung HILDEBRANDT's. Für die letztere bestand die Vermuthung, dass sie in naher Beziehung stehen möchte zu einer aus Madagascar stammenden Pflanze des Herb. WILLDENOW, welche RÖMER und SCHULTES in der Mantissa Syst. Veget. III, 1827, p. 97 unter der Bezeichnung „*Buddleia axillaris* Willd. (Reliqu. Willd. Ms.)“ veröffentlicht hatten, und ich habe auf diese Vermuthung am Schlusse der betreffenden Betrachtung ausdrücklich hingewiesen und die Hoffnung ausgesprochen, dass die betreffende Pflanze im Herb. WILLDENOW wohl noch vorhanden sein und somit das Verhältniss derselben zu der HILDEBRANDT'schen sich leicht werde feststellen lassen.

Diese Hoffnung hat sich erfüllt, und ich danke es dem freundlichen Entgegenkommen der Herren EICHLER und URBAN, dass ich die Pflanze autoptischer Untersuchung unterwerfen konnte.

An derselben Stelle, wie *Buddleia axillaris*, fand durch RÖMER und SCHULTES noch eine zweite aus Madagascar stammende Pflanze des Herb. WILLDENOW unter demselben Gattungsnamen, als „*Buddleia sinuata* Willd. (Reliqu. Willd. Ms.)“ nämlich, ihre Veröffentlichung, welche Pflanze bisher fragweise als Synonym zu *Buddleia madagascariensis* Lam. gestellt worden ist (sieh Bentham in De Cand. Prodr. X, 1846, p. 447).

Auch diese Pflanze wurde mir, gleichzeitig mit *Buddleia axillaris*, zur Einsichtnahme überantwortet, und ich war um so mehr darüber erfreut, als mir dieselbe eigentlich noch grösseres — weil unerwartetes — Interesse gewährte, als die erstere.

In *Buddleia axillaris* fand ich nur eine schon ausgesprochene Vermuthung bestätiget, wenigstens der Hauptsache nach, indem sich mir darin, wie erwartet, eine Art der Gattung *Adenoplusia* zeigte, wenn auch wider Erwarten nicht dieselbe, welche mir zur Begründung der Gattung gedient hatte.

Buddleia sinuata dagegen bot eine vollständige Ueberraschung dar, indem sie sich als eine besondere Art der anderen neuen Buddleieen-Gattung, der Gattung *Adenoplea*, erwies, leider in unvollständigem Materiale, so dass die Untersuchung der Blumenkrone auf die kümmerlichen Reste beschränkt war, welche von der heranwachsenden Frucht zerschlitzt und emporgehoben noch auf dieser haftend zu finden waren.

Jeder der genannten neuen Buddleieen-Gattungen wächst somit in je einer der in Rede stehenden Pflanzen des Herb. Willdenow eine neue Art zu. Jede dieser beiden bisher nur mit Unsicherheit im Systeme untergebrachten Pflanzen gewinnt nun, indem sie an die richtige Stelle gelangt, auch eine erhöhte Bedeutung für die richtige Würdigung dieser Stelle: jede hilft eine nur auf dürftiges Material basirte Gattung befestigen.

Um desswillen erscheint es angemessen, diese beiden Pflanzen eingehender Betrachtung zu unterwerfen. —

Ich beginne mit der zu *Adenoplusia* gehörigen.

In gedrängtester Kürze führen Römer und Schultes, die übrigens, wenn ich recht berichtet bin, die betreffende Pflanze gar nicht zu Gesicht bekommen hatten und nur nach den von Schlechtendal (s. die Vorrede zu Römer und Schultes, Syst. Veg. III, 1818, p. VI) ihnen übermittelten handschriftlichen Aufzeichnungen Willdenow's die von diesem unveröffentlicht hinterlassenen Pflanzen in ihre Publicationen einschalteten, die in Rede stehende Pflanze l. c. p. 97, n. 48 in folgender Weise in die Literatur ein:

„*Buddleia axillaris* Willd.; foliis ovatis acuminatis basi attenuatis petiolatis utrinque nudis, caule tetragono, floribus racemosis axillaribus. Reliqu. Willd. Ms. In Madagascar. Frutex.“

Bentham vermuthete in dieser Pflanze, ohne sie gesehen zu haben, mit Rücksicht auf die Anordnung der Blüthen eine nahe Verwandte der zur Grundlage der beerenfrüchtigen Gattung *Nicodemia* Tenore gewordenen *Buddleia diversifolia* Vahl, jetzt *Nicodemia diversifolia* Ten., aus Madagascar und Mauritius und einer dieser früher (in De Cand.

Prodr. X, 1846, p. 445) als *Buddleia rondeletiaeflora* Benth., später (in Journ. Linn. Soc. I, 1856—57, p. 108) als *Nicodemia rondeletiaeflora* Benth. beigeordneten Pflanze von der Insel Johanna Comores und reihte sie fragweise mit diesen beiden Arten i. J. 1846 a. a. O. in seine Gruppe der Axilliflorae (in der Gattung *Buddleia*) ein, welche Gruppe nur aus diesen 3 Arten von den mascarensischen Inseln bestand. Bei der Revision der Gattung im Jahre 1856 am schon genannten Orte (Journ. Linn. Soc. I) und der Bezeichnung der beiden anderen als Arten von *Nicodemia* ist auf sie keine Rücksicht mehr genommen.

Als ich in der Nummer 3671 von HILDEBRANDT's Sammlung aus Central-Madagascar eine neue, mit *Nicodemia* und der schon vorher von mir aufgestellten Gattung *Adenoplea* durch ihren Drüsenreichthum auch im Inneren der Frucht nahe verwandte, durch die drupöse Beschaffenheit der Frucht ausgezeichnete Gattung erkannte, erregte, wie ich schon früher, a. ob. a. O. p. 467, hervorgehoben habe, die Angabe über die Gestalt der Zweige, sowie über die Stellung und Gestalt der Inflorescenzen die lebhafte Vermuthung, dass trotz gewisser entgegenstehender Indicien — der Bezeichnung der Blätter nämlich als beiderseits kahl und des Mangels einer Angabe über die auffälligen interpetiolaren Nebenblättchen, sowie über die Frucht — die sich ja vielleicht aus dem Zustande des Exemplares einerseits, und andererseits aus angestrebter grösster Kürze in der Charakteristik erklären liessen, die Pflanze des Herb. WILLDENOW identisch sein möchte mit der HILDEBRANDT'schen, und um desswillen wählte ich das gleiche Species-Epitheton für die letztere in dem Namen *Adenoplusia axillaris*, damit, wenn sich die Vermuthung bestätigen sollte, eine Aenderung desselben nicht nothwendig werden möchte, sei es nun, dass die Gattung aufrecht erhalten, oder dass sie mit *Buddleia* verschmolzen würde. Dass diese gute Absicht dadurch vereitelt werden könnte, dass die WILLDENOW'sche Pflanze zwar der Gattung nach, nicht aber der Art nach mit der HILDEBRANDT'schen übereinstimmen möchte, diese Annahme liess ich aus dem Spiele, da ja Gattungsqualitäten in den Angaben über die WILLDENOW'sche Pflanze nicht zu finden waren, und somit eine specifische oder gar keine Uebereinstimmung als das Wahrscheinlichere angesehen werden musste. Doch gerade das Unwahrscheinliche hat sich nun erfüllt, und so ist leider eine Aenderung des Species-Epithetons für die eine der beiden Pflanzen unerlässlich, für die WILLDENOW'sche, wenn die Gattung *Adenoplusia* als wohl fundirt erachtet wird, für die HILDEBRANDT'sche dagegen, wenn eine Vereinigung von *Adenoplusia* mit *Buddleia* früher oder später beliebt werden sollte; denn im ersteren Falle ist *Adenoplusia axillaris* Radlk. die älteste zu Recht bestehende Art der Gattung, welcher die aus *Buddleia axillaris* nun erwachsende zweite Art ihr Species-Epitheton zum Opfer bringen muss; im anderen Falle dagegen wäre *Buddleia axillaris* Willd. die das Vorrecht besitzende Art, welcher *Adenoplusia axillaris* beim Uebertritte zu *Buddleia* mit ihrem Species-Epitheton auszuweichen hätte.

Für mich erscheint hier der erstere Fall als der thatsächlich gegebene, und um das Missliche der Namensänderung wenigstens dadurch einigermassen auszugleichen, dass in dem neuen Namen an den Autor des früheren und damit an die Geschichte der Pflanze erinnert werde, mag die Pflanze nunmehr *Adenoplusia Willdenowii* genannt sein.

Was die Pflanze als besondere Art kennzeichnet, ist besonders die Form und das Indument der Blätter. Geringfügige Unterschiede zeigen auch die Blüthen hinsichtlich ihrer Grösse, Behaarung und Gedrängtheit.

Die Blätter sind bei *Adenoplusia Willdenowii* elliptisch, mit dem grössten Querdurchmesser in der Mitte, in eine aufgesetzte, ziemlich lang ausgezogene Spitze rasch verjüngt und an der Basis in ähnlicher Weise in den berandeten Blattstiel verschmälert — bei *Adenoplusia axillaris* dagegen sind sie aus eiförmigem Grunde länglich-lancettlich, unter allmäliger Verschmälerung in eine verlängerte Spitze ausgezogen und gegen den Blattstiel scharf abgesetzt. Der Blattrand ist dort mit gröberen und weiter von einander abstehenden Sägezähnchen versehen, als hier. Ein eigentlicher Haarüberzug findet sich bei *Adenoplusia Willdenowii* nur an den jungen Blättern, und auch hier deutlich nur an der Oberseite. Derselbe geht alsbald vollständig verloren. Wohl aber ist die Unterseite der Blätter dicht mit den charakteristischen, gross zweizelligen Drüsen besetzt, welche, wie bei *Adenoplusia axillaris*, auch die Aussenseite der Blüthentheile und die Frucht bedecken. Wie diese Drüsen, sind auch die Haare von der gleichen Beschaffenheit, wie bei *Adenoplusia axillaris*: dünnwandig, einen spinnwebig-flockigen Ueberzug bildend, jedes derselben mit vierarmig-sternförmiger, zweizelliger Endigung, wie das in so charakteristischer Weise bei den Buddleieen im engeren Sinne gewöhnlich sich findet und einschliesslich der betreffenden Modificationen schon früher, gelegentlich der Charakterisirung von *Adenoplea* entsprechend hervorgehoben worden ist (s. Radlk. l. c. p. 408—410).

Die Blüthen besitzen etwas deutlicher entwickelte Stiele als bei *Adenoplusia axillaris.* Die Inflorescenzen erscheinen desshalb etwas lockerer. Dazu trägt auch der Umstand bei, dass gegen die Spitze derselben häufig Einzelblüthen an die Stelle der dreiblüthigen Dichasien treten, aus denen der, wie bei *Adenoplusia axillaris*, die halbe Länge der Blätter nicht erreichende, kurz ährenförmige, oder hier dem Traubenförmigen sich nähernde Blüthenstand sonst zusammengesetzt ist. Uebrigens fehlt eine derartige Ersetzung der Dichasien durch Einzelblüthen auch bei *Adenoplusia axillaris* nicht. Die einzelnen Blüthen sind etwas schmächtiger, als bei *Adenoplusia axillaris.* Die Behaarung der Blüthentheile ist eine geringere, als dort, und namentlich ist die Frucht nicht flockig. Die betreffende Angabe in dem früher gegebenen Gattungscharakter (l. c. p. 462) ist somit in den Charakter der damals allein bekannt gewesenen Art zu übertragen. Dasselbe scheint bezüglich des früher in der Axe der Frucht beobachteten, mit Drüsen erfüllten Hohlraumes zu gelten, der überdiess bei *Adenoplusia axillaris*, wie mir erneute Untersuchung zeigte, nicht constant ist, oder theilweise vielleicht erst in späteren Stadien der Fruchtbildung deutlich hervortritt. Bei *Adenoplusia Willdenowii* habe ich denselben nicht wahrgenommen. Uebrigens standen hier nur unausgebildete Früchte zur Verfügung. Es erscheint nicht ausgeschlossen, dass er auch hier gelegentlich vorkomme.

In allen übrigen Stücken, auch hinsichtlich des Auftretens nur kleiner Drüsen auf der Innenseite des Kelches und einfacher (bei beiden Arten von kleinen Knötchen der Cuticula rauher) Haare im Inneren der Kronenröhre (unter den Staubgefässen auf die ganze Strecke, welche den Griffel und die Narbe birgt), ferner hinsichtlich der (noch unreifen) Früchte und Samen treffen die früher angegebenen Gattungscharaktere vollständig zu, abgesehen etwa noch von der kaum nennenswerthen Abweichung hinsichtlich der annähernd traubenförmigen Beschaffenheit der Inflorescenzen. Die vierkantige Gestalt der Axentheile hat schon bei der ersten Veröffentlichung der Pflanze durch ROEMER und SCHULTES Erwähnung gefunden. Auffallender Weise unterblieb das hinsichtlich der ganz ähnlich wie bei *Adenoplusia axillaris* ausgebildeten interpetiolaren Nebenblättchen.

Ich fasse die Charaktere der Pflanze in Folgendem, wie üblich, zusammen:

Adenoplusia Willdenowii Radlk. (*Buddleia axillaris* Willd. ed. ROEM. et SCHULT. in Mantiss. III, 1827, p. 97, n. 48; BENTHAM in DE CAND. Prodr. X, 1846, p. 445, n. „56?“): Rami thyrsigeri, quorum pars superior tantum suppetebat, tetragoni, angulis subalato-marginatis, diametro circ. 3,5 *mm*, internodiis 5—6 *cm* longis, glandulis undique, floccis vix nisi extimo apice parce obsiti; folia elliptica, petiolo excluso circ. 10 *cm* longa, 4,5 *cm* lata, abrupte acuminata, acumine sat (1—1,5 *cm*) longo, basi in petiolum 1-centimetralem attenuata, serrulata, penninervia, nervis arcuatis, juniora supra (vix subtus) cono-floccosa, adulta glabrata nec nisi glandulis grosse bicellularibus flavidis supra paucis, subtus creberrimis induta, fuscescentia; stipulae interpetiolares, foliaceae, ut in Adenoplusia axillari; thyrsi breviter pedunculati, folia dimidia vix aequantes; flores breviter pedicellati, circ. 7 *mm* longi, quam in *Adenoplusia axillari* paullulo graciliores; bracteae lineari-subulatae calyce breviores; fructus ovoidei (— immaturi tantum suppetebant); semina (immatura) ut in *Adenoplusia axillari*.

In Madagascar. Servatur in Herb. WILLDENOW (sub n. 2919).

Was nun die zweite der hier zu betrachtenden Pflanzen betrifft, die aus *Buddleia sinuata* Willd. ed. ROEMER & SCHULTES hervorgehende *Adenoplea sinuata* m., so ist auch für sie die Gestalt der Blätter und das Indument das Unterscheidende gegenüber *Adenoplea baccata*.

Der näheren Betrachtung dieser Verhältnisse mag die erste Mittheilung über die Pflanze in ROEMER & SCHULTES Mantiss. III, 1827, p. 97, n. 49 vorausgeschickt sein. Sie lautet:

„*Buddleia sinuata* Willd.; foliis cordato-ovatis lanceolatis, sinuato-dentatis, subtus tomentosis; paniculae terminalis ramulis trifloris; floribus omnibus pedicellatis. Rel. Willd. Ms. In Madagascar. Frutex.“

In dieser Mittheilung besagt der wohl von WILLDENOW selbst herrührende Ausdruck „cordato-ovatus“ für die Bezeichnung der Gestalt der an ihrer Basis zwar quer abgestutzten, aber nicht herzförmig eingebuchteten Blätter etwas zu viel. Doch ist diese kleine Ungenauigkeit nicht im Stande, irgend einen Zweifel an der Zusammengehörigkeit des vorliegenden Materiales und dieser Mittheilung den übrigen dafür vorhandenen Anhaltspunkten gegenüber rege zu machen.

Das vorliegende Material besteht aus einem Zweige von 33 *cm* Länge, dessen unterer, 20 *cm* messender Theil in Abständen von 4 bis 6 *cm* vier Blattpaare trägt, während der obere, 13 *cm* messende Theil die aus dreiblüthigen Dichasien von ungefähr 2 *cm* Länge zusammengesetzte Inflorescenz darstellt.

Die Blätter sind gestielt, aus abgestutzter Basis eiförmig-lancettlich, allmälig in eine lang ausgezogene Spitze verschmälert, die unteren von der Basis bis zur Mitte buchtig gezähnt, mit an Grösse von unten nach oben abnehmenden Zähnen, die oberen in geringerem Grade so, und zum Theile nur mehr an der Basis beiderseits mit einem stärkeren Zahne versehen.

Die jungen Blätter sind ober- und unterseits, gleichwie die Blattstiele, die Zweigoberfläche, die Inflorescenztheile und wie an ihrer äusseren Seite Kelch und Blumenkrone, dicht mit einem rostbraunen Filze überdeckt. An den ausgewachsenen Blättern verschwindet an der Oberseite die Behaarung, ausser über den Nerven.

Es besteht dieser Filz aus den charakteristischen Buddleieen-Haaren, wie sie bei der Aufstellung der Gattung *Adenoplea* schon des näheren betrachtet worden sind (an der im Vorausgehenden schon angeführten Stelle: Band VIII der Abhandlungen des naturwissenschaftlichen Vereines in Bremen, 1883, p. 408—411), und zwar sind es zum Theile der zweiten der dort unterschiedenen Modificationen zugehörige sogenannte Candelaber-Haare mit zwei und drei Stockwerken von je vier (paarweise einer Zelle angehörigen) Seitenarmen, zum Theile solche mit nur einem Stockwerke, welche in dem Filze gemischt auftreten, ähnlich wie bei der dort genannten *Buddleia paniculata* Wall., während bei *Adenoplea baccata* nur die einfachere Form (mit nur einem Stockwerke von vier Seitenarmen an dem zweizelligen Endstücke) vorkommt. Zwischen den Haaren finden sich weiter, ebenso wie bei *Adenoplea baccata*, aber hier noch mehr versteckt, ähnliche Drüsen wie bei *Adenoplusia* und wie im Inneren der Frucht von *Adenoplea*, aber von geringerer Grösse und, was die Zahl betrifft, in viel geringerer Menge, als auf den Blättern von *Adenoplusia*.

Der Kelch und die Blumenkrone ist gleichfalls aussen mit solchen Haaren und Drüsen besetzt. Auf ihrer Innenfläche sind beide kahl, wie bei *Adenoplea baccata*. Der Kelch behält seine Behaarung hier auch während der Fruchtreife.

Die beerenartige Frucht von durchaus gleicher Gestalt und gleichem Baue, wie bei *Adenoplea baccata* (kugelig, vierfurchig, vierfächerig und, wie bei dieser, mit anscheinend dünnem Fruchtfleische versehen), ist an der Aussenfläche kahl, dagegen auf der Innenfläche der peripherischen Fruchtwandung, wie an den Scheidewänden und Placenten, mit den grossen Drüsen besetzt, deren Auftreten an dieser Stelle die Wahl des Gattungsnamen bestimmt hat.

Die Samen sind von gleicher Beschaffenheit, wie bei *Adenoplea baccata*.

Es ergiebt sich darnach für die in Rede stehende Pflanze folgende Charakteristik, in welcher der Wiederholung einzelner Momente aus dem Gattungscharakter der Deutlichkeit halber Raum gegeben sein mag:

Adenoplea sinuata Radlk. (*Buddleia sinuata* Willd. ed. ROEMER et SCHULTES in Mantiss. III, 1827, p. 97, n. 49; — „*Buddleia madagascariensis* Lam.?" BENTH. in DE CAND. Prodr. X, 1846, p. 447, n. 64): Rami, quorum unus tantum suppetebat in thyrsum desinens, teretiusculi, diametro 3 *mm*, internodiis circ. 5 *cm* longis, pilis buddleiaceis, aliis simpliciter, aliis iterum et iterum stellato-tetrabrachiatis, ut et folia et flores, ferrugineo-tomentosi nec non glandulis sessilibus obcordato-capitatis grosse bicellularibus sub tomento occultis obsiti; folia opposita, linea transversali juncta, ovato-lanceolata, in acumen acutum sensim attenuata, basi truncata, infra medium sinuato-dentata, dentibus inferioribus majoribus, penninervia, supra praeter nervos glabrata, subtus ferrugineo-tomentosa, glandulis sessilibus adspersa, sicca nigro-fusca, petiolis exclusis circ. 9 *cm* longa, 4 *cm* lata; petioli 1,5 *cm* longi, supra canaliculati gemmaeque axillares 0,5 *cm* longae dense tomentosae; thyrsi terminales, 13 *cm* longi, e dichasiis peduncalatis trifloris circ. 2 *cm* longis compositi; pedunculus (dichasii) 1 *cm* longus, pedicelli (fructigeri) florum lateralium totidem longi, florum terminalium (anthopodia) paullo breviores; flores generis bracteati, calyce fructigero quam in *Adenoplea baccata* minus glabrato, corollae tubo 7 *mm* longo; fructus generis baccati, 4-loculares, glabri, intus glandulosi, sicci (submaturi) diametro 5 *mm*; semina (submatura) vix 0,5 *mm* longa.

In Madagascar. Servatur in Herb. WILLDENOW (sub n. 2919).

39. L. Radlkofer: Ueber eine Leptospermee der Sammlung von Sieber.

Eingegangen am 7. Juni 1884.

Die sehr dankenswerthe Mittheilung F. C. DIETRICH's über Franz Wilhelm SIEBER und über dessen Herb. Florae Novae Hollandiae in EICHLER's Jahrbuch des k. botanischen Gartens und des botanischen Museums zu Berlin, I, 1881, p. 278 ff. veranlasste mich zu einer Nachforschung darüber, ob nicht der Inhalt des Münchener Herbariums vielleicht Gelegenheit zur Ergänzung einzelner der in DIETRICH's Aufzählung übergangenen Nummern der SIEBER'schen Sammlung bieten möchte.

Das Resultat war leider ein negatives.

Auch dem Münchener Herbare fehlen, wie das für das Berliner Herbar a. a. O. p. 306, Anmerk., angegeben ist, die betreffenden Nummern, deren niederste n. 514 ist.

Dabei richtete sich das Augenmerk noch besonders auf die unmittelbar vorhergehenden Nummern, und hier fiel es auf, dass eine Pflanze, welche die Originalnummer „512", wie gewöhnlich die SIEBER-schen Pflanzen, unmittelbar aufgeklebt trug, sich nicht im Einklange zeigte mit der für diese, wie für die folgende Nummer 513, angeführten Bestimmung „*Hibbertia dentata* R. Br."

Die Pflanze, an welcher anfangs Blüthen nicht wahrgenommen wurden, konnte schon nach der Stellung und nach den anatomischen Charakteren der Blätter nicht zur Familie der Dilleniaceen gehören.

Die Blätter waren deutlich decussirt, und statt der den Dilleniaceen eigenen Rhaphidenzellen (sieh RADLKOFER, Beitrag zur africanischen Flora in d. Abhandl. d. naturw. Vereines in Bremen, VIII, 1883, p. 439, Anm.) fanden sich mit gelbbraunem Harze erfüllte, da und dort als durchsichtige Punkte erscheinende und, soweit sie an der Oberfläche lagen, auch im auffallenden Lichte unter der Lupe schon deutlich von dem umgebenden Gewebe sich abhebende Secretlücken, wie sie den Myrtaceen zukommen.

Als dann bei näherer Untersuchung noch ein paar Blüthenknospen, zwischen den Blättern versteckt, sich auffinden liessen, war die Pflanze leicht als zu der eben genannten Familie, und zwar zu der Unterabtheilung der Leptospermeen gehörig zu erkennen.

Auf eine hiedurch veranlasste Anfrage ward mir durch Herrn DIETRICH die Mittheilung, dass die gleiche Pflanze mit der gleichen Nummer „512" auch im Berliner Herbare unter den noch unbestimmten SIEBER'schen Pflanzen sich finde, dass aber auch unzweifelhafte Exemplare von *Hibbertia dentata* diese Nummer tragen, und nach den Fragmenten, welche mir von solchen Exemplaren nun zukamen, kann ich die letztere Angabe auch nach dem anatomischen Untersuchungsergebnisse nur bestätigen. Herr DIETRICH schloss aus diesen Umständen wohl mit Recht, dass nur in Folge eines Versehens einigen Exemplaren der *Hibbertia dentata*, statt der Nummer 513, die Nummer 512 bei der Herausgabe der Sammlung beigefügt worden sei, und dass die Nummer 512 eigentlich der in Rede stehenden Leptospermee zukomme. Zugleich sprach derselbe den Wunsch nach Mittheilung der näheren Bestimmung der letzteren aus.

Da die Pflanze sich bei weiterer Untersuchung als noch nicht publicirt erwies, mag diesem Wunsche durch die folgende Mittheilung über sie entsprochen sein. —

Nach den Gattungsübersichten in BENTHAM und HOOKER Gen. I, 2, 1865, p. 692 und in BENTHAM Flor. Austral. III, 1866, p. 3 lässt sich die in Betrachtung stehende Pflanze, SIEBER n. 512, keiner anderen Gattung der Leptospermeen zuweisen, als der Gattung *Baeckea*, in welcher allein, wenn auch nur gelegentlich, „5 Staubgefässe“ und für jedes der (3) Fruchtfächer „2 collaterale Samenknospen“ gleichzeitig sich finden, wie bei der vorliegenden Pflanze, ferner „vereinzelte oder fast vereinzelte axilläre Blüthen von geringer Grösse“ und „gegenständige Blätter“.

Innerhalb der Gattung *Baeckea* aber lässt sich die Pflanze ebenso wenig mit einer der bisher bekannt gewordenen Arten identificiren, als auch nur einer der 6 Sectionen dieser Gattung einreihen.

Bei den Arten der ersten beiden Gattungssectionen nämlich (*Rinzia* und *Euryomyrtus*) finden sich zwar nur wenige (nicht über 8) und nicht selten nur 2 Samenknospen in den Fruchtfächern, daneben aber wenigstens 10, oder mehr als 10 Staubgefässe. In den übrigen Sectionen (*Schidiomyrtus*, *Harmogia*, *Oxymyrrhine* und *Babingtonia*) sinkt zwar die Zahl der Staubgefässe nicht selten auf 5 herab, dagegen ist die Zahl der Samenknospen in den einzelnen Fruchtfächern stets eine beträchtliche. Dazu kommt für die letzten zwei Sectionen noch ein abweichender Bau der Antheren und für die letzte überdiess das Auftreten schildförmiger Placenten.

Unter diesen Umständen liesse sich die in Rede stehende Pflanze einer der ersten vier Sectionen, um von den noch weiter abstehenden letzten beiden gänzlich abzusehen, nur unter Aenderung des betreffenden Sectionscharakters einfügen, wenn nämlich zwingende Gründe für ihre Einreihung in eine dieser Sectionen vorhanden wären, wenn mit anderen Worten eine sehr nahe Verwandtschaft mit den Arten einer dieser Sectionen in dem ganzen Verhalten der Pflanze sich ausspräche, so dass die Abweichung in der Zahl der Staubgefässe gegenüber den ersten beiden Sectionen, oder in der Zahl der Samenknospen gegenüber den anderen zwei Sectionen als ein geringfügiges Ausnahmsverhältniss erschiene. Das ist aber nicht der Fall. Vielmehr besitzt die Pflanze in allen ihren Theilen ein eigenartiges Gepräge.

Das führt dazu, die Pflanze lieber als den Typus einer besonderen Section aufzufassen, welche sich füglich zwischen die zweite Section (*Euryomyrtus*) und die bisherige dritte (*Schidiomyrtus*) einschiebt.

Diese Section mag wegen der herabgedrückten Zahl sowohl der Staubgefässe, als auch der Samenknospen als *Pausomyrtus* (*παύω* hemme) bezeichnet sein, und um auch in dem Artnamen dieses Verhältniss zum Ausdrucke zu bringen, so sei die Pflanze *Baeckea oligomera* genannt.

Die Charakteristik der einen, wie der anderen, der Section, wie der Art, fasse ich in üblicher Form in Folgendem zusammen:

Pausomyrtus, *Baeckeae* sectio nova: Stamina 5, petalis alterna; filamenta subulata; antherarum thecae distinctae, subparallelae, sulco introrso longitudinaliter exaratae (vix dubie secus sulcum dehiscentes). Germen 3-loculare; gemmulae in loculis binae, collaterales. — Flores axillares, subsessiles, solitarii, prope basin bibracteolati vel bini, dichasium simplicissimum flore terminali abortivo exhibentes, basi bracteati et bibracteolati. — Species una tantum, quae sequitur, nota.

Baeckea oligomera, spec. nov.: Frutex parvus, ericoideus, glaber; rami graciles, saepius oppositi vel apice (rami paterni parte superiore abortiva) dichotomi, foliorum delapsorum pulvinis prominentibus exasperati; folia conferta, opposita, oblonga, circ. 5 *mm* longa, 1,5 *mm* lata, basi apiceque acutiuscula, margine sub lente scabriuscula, crassiuscula, supra plana vel concava et enervia, infra nervo mediano prominulo subcarinata, eleganter subrecurva, glandulis resiniferis internis fuscis ut et calycis tubus lobique nec non petala plus minus pellucide punctata, in petiolum perbrevem complanatum angustata, cum denticulo ramorum, i. e. pulvino prominente, articulata; flores (— alabastra tantum suppetebant) in axillis foliorum solitarii vel bini, parvi, foliis dimidio breviores, subsessiles, pedicellis brevissimis prope basin articulatis, infra articulationem bibracteolatis, bracteolis parvis scariosis deciduis; calycis tubus turbinatus, 5-costatus, lobi 5 eutopice imbricati, obtusi, sub lente fimbriolati, nervo mediano carinati, carinis cum tubi costis continuis; petala imbricata, suborbicularia vel transversim elliptica, 1 *mm* alta, 1—1,5 *mm* lata, exunguiculata, basi lata sessilia; stamina 5, petalis alterna, in alabastro inflexa, vix 1 *mm* longa; filamenta subulata, fusca, apice pallido; antherae e breviter elliptico suborbiculares, basi et apice excisae, medio dorso supra excisuram basilarem affixae, apice glandula capitata breviter stipitata fusca pro genere magna infra incisuram apicalem e connectivo emergente ornatae; thecae distinctae, parallelae vel basin versus conniventes, sulco introrso longitudinaliter exaratae; germen cum tubo calycis connatum, apice dilatato concavum, triloculare; stylus brevis, flexuoso-curvatus;

stigma parvum, capitatum; gemmulae in loculis binae, campylotropae, compressiusculae, ad anguli centralis basin collateraliter affixae, rhaphe ventrali brevi oblique descendente vel subhorizontali, micropyle intus superiore; fructus —?

In Australia; coll. SIEBER n. 512 (partim, exclusis nempe speciminibus quibusdam *Hibbertiae dentatae* R. Br. sub n. 512, loco n. 513, editis, a F. C. DIETRICH in „Jahrb. d. Berlin. bot. Gart.“ I, 1881, p. 304 solis sub n. 512 indicatis).

40. J. Reinke: Die Fluorescenz des Chlorophylls in den Blättern.

Eingegangen am 19. Juni 1884.

In meinem Aufsatze: „Die optischen Eigenschaften des grünen Gewebe und ihre Beziehungen zur Assimilation der Kohlenstoffs[1]) habe ich mich u. A. auch mit der Frage beschäftigt, ob das Chlorophyll in den Blättern fluorescirt, wie es von N. J. C. Müller behauptet, von Lommel und Hagenbach bestritten war. Der letztere hat allerdings in einer späteren Notiz[2]), die ich beim Niederschreiben jenes Aufsatzes übersehen habe, ebenfalls bei Blättern eine ganz schwache Fluorescenz beobachtet, während mir diese Beobachtung nicht geglückt war.

Herr Prof. Müller in Münden hatte nun die Freundlichkeit, mir die genaueren Umstände mitzutheilen, unter welchen man das Fluorescenzlicht der Blätter wahrzunehmen vermag. Diese bestehen darin, dass man ein Spectrum von sehr grosser Lichtstärke auf ein dunkel gefärbtes, lederartiges Blatt (z. B. von *Ficus elastica*) im Dunkelzimmer entwirft und dies in der bekannten Weise durch ein Prisma betrachtet: es gelingt dann allerdings, wie mich eine Reihe von Versuchen überzeugte, ein schwaches Fluorescenzspectrum zu sehen. Der Grund, dass mir dies früher nicht gelungen war, ist darin zu suchen, dass ich kein hinreichend lichtstarkes Spectrum und nicht die geeigneten Blätter benutzt hatte.

Das Chlorophyll der Blätter fluorescirt also in der That, allerdings jedoch im Vergleich zu jeder Chlorophylllösung ausserordentlich schwach; denn bei dem Auffallen eines weissen Lichtkegels sieht man

---

1) Vgl. diese Berichte. Bd. I. S. 395 ff.

2) Poggend. Ann. Jubelband. S. 303 ff. (1874).

keine Fluorescenz, während jede Lösung bei diesem Verfahren sehr intensiv fluorescirt. Die Methode des derivirten Spectrums, durch welche allein die Fluorescenz der Blätter sich nachweisen lässt, ist in der That eine so empfindliche, dass man bei ihrer Anwendung alle möglichen Gegenstände (Papier, Elfenbein u. s. w.) fluoresciren sieht.

Es besteht also eine solche Differenz zwischen dem Grade der Fluorescenz des in Lösung befindlichen Chlorophylls und desjenigen der Blätter, dass es für die von mir aus dem verschiedenen optischen Verhalten gezogenen Schlussfolgerungen keinen Unterschied macht, ob das Chlorophyll der Blätter gar nicht fluorescirt oder so schwach, wie es thatsächlich der Fall ist. Die diesbezüglichen Bemerkungen von Tschirch[1]) halte ich daher für unberechtigt.

Ich halte also nach wie vor daran fest, dass das Chlorophyll in den Chromatophoren der Zellen nicht als Lösung, sondern im festen oder relativ festen Zustande enthalten ist, etwa ähnlich fein vertheilt, wie in erstarrtem Paraffin, welches Chlorophyll im flüssigen Zustande aufgelöst hatte.

Ich habe bereits in meiner erwähnten Arbeit[2]) die Beobachtung mitgetheilt, dass, während das Chlorophyll im geschmolzenen Paraffin auf das schönste fluorescirt, die Fluorescenz mit dem Erstarren des Paraffins sofort aufhört, um bei erneutem Schmelzen wieder hervorzutreten; bei diesen Versuchen hatte ich stets nur einen Kegel gewöhnlichen Sonnenlichts auf das Paraffin fallen lassen.

Jetzt habe ich eine mit Chlorophyll gesättigte feste Paraffinscheibe nach der Methode des derivirten Spectrums untersucht und dabei gefunden, dass das feste Paraffinchlorophyll ebenfalls eine schwache Fluorescenz besitzt, welche dem Grade nach ziemlich genau mit derjenigen eines Blattes von *Ficus elastica* übereinstimmt. Somit spricht die Fluorescenz der Blätter gerade dafür, dass das Chlorophyll als fester Körper in den Blättern enthalten ist.

Bei dem gegenwärtigen Stande unserer thatsächlichen Kenntnisse sind allerdings verschiedene Vorstellungen über die Art der Vereinigung des Chlorophylls[3]) mit dem Substrate, den Chromatophoren, möglich.

---

[1]) Untersuchungen über das Chlorophyll. V. Diese Berichte. Bd I. S. 468.

[2]) l. c. S. 406.

[3]) Es ist ganz unhistorisch, wenn man mit dem Worte Chlorophyll etwas Anderes als den extrahirbaren Farbstoff bezeichnet; denn in diesem Sinne wird das Wort Chlorophyll in der älteren grundlegenden Literatur angewandt, so z. B. bei Meyen, Neues System der Pflanzenphysiologie. Bd. II. S. 429 ff. Vgl. auch die neuste Arbeit von Tschirch: Untersuchungen über das Chlorophyll. Berlin, Parey, 1884, S. 6. — Ich benutze die Gelegenheit, um im Hinblick auf eine S. 65, Anm. 11 dieser Arbeit angeführte Notiz von mir mitzutheilen, dass nach meinen Untersuchungen nicht bloss Ameisensäure, sondern auch schweflige Säure die Ueberführung des Chlorophylls in Chlorophyllan bewirkt.

Bei Annahme meiner Meinung, dass das Chlorophyll chemisch activ an der Zersetzung der Kohlensäure betheiligt ist, wird diese Zahl der möglichen Vorstellungen allerdings erheblich eingeschränkt, weil es in diesem Falle nöthig ist, dass die Chlorophyllmoleküle in unmittelbare Berührung mit den in wässeriger Lösung enthaltenen Kohlensäuremolekülen treten müssen. Wäre das Chlorophyll in einer festen fett- oder wachsartigen Substanz eingebettet, so würde wegen der Unbenetzbarkeit der letzteren die Berührung mit der wässerigen Kohlensäure nicht stattfinden können, während doch offenbar möglichst viele Chlorophyllmoleküle mit möglichst zahlreichen Kohlensäuremolekülen in Wechselwirkung treten müssen. Ich gebe daher einer anderen Hypothese den unbedingten Vorzug, dass nämlich das Chlorophyll der aus eiweissartigen Verbindungen oder Plastin[1]) bestehenden Gerüstsubstanz der Chromatophoren in feinster Vertheilung beigemengt ist. Diese Beimengung kann eine rein mechanische sein, analog derjenigen in festem Paraffin, doch ist auch eine chemische Verbindung des Chlorophylls mit einer Proteinsubstanz (im weiteren Sinne) nicht ausgeschlossen, vielleicht sogar als das wahrscheinlichste anzusehen. In diesem Falle müssen wir uns die Verbindung als eine so lockere vorstellen, dass sie bereits durch Alkohol gespalten wird und das Chlorophyll in diesem sich auflöst.

Solche lockere Kohlenstoffverbindungen, welche bereits durch Einwirkung eines Lösungsmittels für den einen Bestandtheil gespalten werden, kommen thatsächlich vor, und Hoppe-Seyler[2]) z. B. nimmt an, dass das Oxyhämoglobin mit dem Lecithin der rothen Blutkörperchen chemisch verbunden sei, welche Verbindung aber durch Aether, Chloroform und andere Lösungsmittel des Lecithins gespalten werde.

Wie dem auch sein mag und wie unser Wissen über die Zusammensetzung und Function des Chlorophyllapparats sich auch dermaleinst gestalten möge, so scheint doch soviel bereits gesichert, dass das Chlorophyll nur in Vereinigung mit der protoplasmatischen Gerüstsubstanz der Chromatophoren Kohlensäure zu zersetzen vermag; mir erscheint darum die Annahme am nächsten zu liegen, dass die Bindung des Farbstoffes in der plasmatischen Grundsubstanz eine chemische sei. Bei dieser Annahme können wir uns die Chlorophyllbildung beim Ergrünen der Chromatophoren so vorstellen, dass ein Theil des Moleküls gewisser hoch zusammengesetzter Stoffe der Gerüstsubstanz unter Anlagerung neuer Atomgruppen sich in Chlorophyll umwandelt.

---

[1]) In einem Aufsatze der botanischen Zeitung (1884, No. 8) hat O. Löw den von mir aufgestellten Begriff des Plastins einer Kritik unterworfen, dessen Facit ist, dass Plastin „ein stark verunreinigter Eiweisskörper“ sei; es soll demselben noch eine erhebliche Quantität Fett und Kohlehydrat beigemengt sein. Ich bemerke dagegen nur, dass ich das Plastin selbst zunächst unter die Eiweisskörper im weiteren Sinne gerechnet habe (vgl. Studien über das Protoplasma. I. S. 160) und auch zugegeben, dass ich kein völlig reines Präparat gewinnen konnte: so unrein, wie die Substanz, welche O. Löw in Arbeit nahm, ist das von mir näher untersuchte Material gewiss nicht gewesen.

Wenn nun Löw aus seinem Plastin durch Erwärmen mit 5 prozentiger Salzsäure Zucker abschied, so ist das gewiss interessant; ich möchte jedoch glauben, dass dieser Zucker aus dem Plastin abgespalten wurde, nicht aber aus einem beigemengten unlöslichen Kohlenhydrate durch Inversion entstanden ist. Dass endlich das Plastin beim Kochen mit stärkeren Alkalien vollständig gelöst und durch Säuren aus dieser Lösung wieder gefällt wird, habe ich selbst angegeben (l. c. S. 51), die bezüglichen Versuche Löw's bringen also nichts Neues.

[2]) Physiologische Chemie. III. S. 381.

---

41. Th. Jaensch: Zur Anatomie einiger Leguminosenhölzer.

(Mit Tafel V.)

Eingegangen am 26. Juni 1884.

Meiner Promotionsschrift. über *Herminiera Elaphroxylon* G. P. R. (Breslau 1883) war im Manuskripte als zweiter Theil ein vergleichend-anatomische Studien an anderen Leguminosenhölzern enthaltender Anhang beigegeben, welcher seinerzeit von mir nicht mit durch den Druck veröffentlicht worden ist. In der heutigen Mittheilung will ich die Ergebnisse dieser auf Veranlassung meines verehrten, nunmehr verstorbenen Lehrers, Herrn Geheimraths Professor Goeppert, angestellten Nebenuntersuchungen unter Berücksichtigung der mir inzwischen noch bekannt gewordenen einschlägigen Arbeiten von Mori[1]) und Krah[2]) in möglichst gedrängter Kürze zusammenfassen. Vorher jedoch sei es mir gestattet, aus dem monographischen Hauptheile meiner Dissertation die Darstellung des Stammbaues von *Herminiera* in kurzen Zügen zu rekapituliren, indem ich mich auf das Allerwesentlichste beschränke und nur auf einige besonders interessante anatomische Eigenthümlichkeiten unter Hinweisung auf die beigefügten Abbildungen etwas näher eingehe.

Der Stamm von ***Herminiera Elaphroxylon*** G.P.R.[3]) besitzt im ausgewachsenen Zustande einen mächtig entwickelten Holzkörper, gegen welchen Mark und Rinde an Masse ganz unverhältnissmässig zurücktreten. Die letztere enthält innerhalb ihres grünen Parenchyms zwei Bastfaserzonen, deren äussere aus grösseren geschlossenen Bündeln, welche in gleichen Bogenabständen vertheilt sind, die innere dagegen aus dem Parenchym unregelmässig eingelagerten Einzelfasern bezw. wenigzähligen Strängen besteht. Bei den Infloreszenzaxen ist in dieser letzteren Zone das Rindenparenchym vollständig verdrängt und durch eine reine Hartbastschicht ersetzt, die ausser den Sklerenchymfasern nur noch eine grosse Anzahl Gerbstoffschläuche enthält (Im Hauptstamm und den gewöhnlichen Zweigen kommen Gerbstoffschläuche nur an der Markscheide des Holzkörpers vor, in der Rinde garnicht). Die Bastbündel der äusseren Zone sind, namentlich an der Aussenseite, in allen Fällen von einem einschichtigen Beleg äusserst zartwandigen Bastparenchyms bekleidet, dessen Zellen zum grossen Theile in gefächerte Krystallschläuche umgewandelt sind. Ausserhalb der äusseren Hartbastzone wird bei älteren Stämmen ein sehr spärliches, nur wenige Zellschichten starkes, Periderm gebildet, an Stelle dessen in den Infloreszenzstielen dagegen eine verhältnissmässig stärker entwickelte Schicht kollenchymatisch verdickter Zellen entsteht. Die örtliche Verkorkung ist überall stark und führt zur Entstehung zahlreicher Lentizellen.

---

[1]) A. Mori, Sulla struttura del fusto dell' *Erythrina Crista-galli.* Nuov. Giorn. Bot. Ital., vol. X. (Pisa 1878), p. 40—42. Mit einer Tafel.

[2]) Fr. W. Krah, Ueber die Vertheilung der parenchymatischen Elemente im Xylem und Phloem der dikotylen Laubbäume. Promotionsschrift. Berlin 1883.

[3]) Ich benutze diese Gelegenheit, um ein Versehen wieder gut zu machen, welches mir bei meiner Nachtragsmittheilung im vorigen Hefte dieser Berichte begegnet ist. Ich habe dort bei Besprechung der geograph. Verbreitung versäumt anzugeben, dass die *Herminiera*, wie mir Herr Prof. Schweinfurth unter dem 25. Jan.

Der Holzkörper besteht aus folgenden Elementen:

Die Grundmasse ist parenchymatisch[1]) und wird von ganz eigenthümlichen, äusserst weitlichtigen Zellen gebildet, welche prismatisch geformt sind, dachartige Querwände besitzen und in pallisadenartiger Anordnung regelmässige Horizontalschichten zusammensetzen (Taf. V, Fig. 1), übrigens in Berücksichtigung ihres Inhaltes streng genommen mit De Bary zu den Tracheiden zu rechnen sind, weshalb ich sie auch in meiner Dissertation als „Pallisadentracheiden“ bezeichnet habe. Hallier hat sie seinerseits (Bot. Ztg. 1859, S. 153 ff., und 1864, S. 93 ff.) einfach als Holzparenchym gelten lassen. Getüpfelt sind sie auf den Quer- und Tangential-, auffallenderweise aber nicht auf den Radialwänden.

Diese lockere Grundmasse wird durchsetzt von tangentialen Binden aus Sklerenchymfasern, welche in ihrer Mitte je ein einzelnes Gefäss oder eine wenigzählige Gefässgruppe einschliessen (Taf. V, Fig. 2) — unmittelbar in der Grundmasse finden sich gar keine Gefässe —, und

---

d. J. freundlichst aus Kairo mittheilte, auch am Zambesi gefunden worden ist. Die bisher bekannten Verbreitungsgebiete sind also: Nil (Bachr-el Ghasal, Bachr-el-Abiad, Bachr-el Asrak, Rachad), Senegambien, Niger, Angola, Zambesi.

[1]) Ich nehme den Begriff „Parenchym“ hier in seinem weitesten Sinne. Die Gründe ergeben sich aus dem vergleichend-anatomischen Gesichtspunkte, den ich bei den dieser Mittheilung zu Grunde liegenden Untersuchungen durchgehends festgehalten habe.

zwei ganz verschiedenen Arten von Markstrahlen. Die Gefässe sind dicht mit augenförmigen Tüpfeln versehen; zuweilen liegen sie nicht unmittelbar in den Faserbinden, sondern sind zunächst von einer dünnen parenchymatischen Deckschicht bekleidet. An der Grenze der Sklerenchymfaserbänder gegen die umgebende parenchymatische Grundmasse finden sich Uebergangszellformen, welche grossentheils zu gefächerten Krystallfasern umgewandelt sind. Taf. V, Fig. 13 zeigt solche von *Erythrina crista galli* L., wo sie genau so aussehen wie bei *Herminiera*.

Die zweierlei Markstrahlen unterscheiden sich schon in ihrer Grösse sehr bedeutend von einander. Während man die der kleineren Art erst unter dem Mikroskope wahrnimmt (Taf. V, Fig. 1, *st*), fallen die grösseren schon dem unbewaffneten Auge ohne Weiteres durch ihren grossen Durchmesser auf (Taf. V, Fig. 3, *St*). Die ersteren sind sehr zahlreich, ziemlich gleichmässig vertheilt, und durchsetzen auch die Sklerenchymfaserbänder ohne Unterbrechung, wobei sie häufig die von diesen eingeschlossenen Gefässe berühren und dieselben dadurch mit den Pallisadentracheiden der Grundmasse in Verbindung setzen (Taf. V, Fig. 2); sie sind einfach, d. h. nur aus einer einzigen Gewebsart (Markstrahlparenchym), bestehend, dabei meist einschichtig, höchstens in der Mitte manchmal zweischichtig; und durchschnittlich 5 bis 6stöckig. Tüpfel zeigen sie nur auf den Querwänden. Als Zellinhalt ist Stärke in grosser Menge zu beobachten.

Die grossen Markstrahlen weisen einen höchst merkwürdigen anatomischen Bau auf, der bis jetzt als einziges Beispiel dasteht. Sie bestehen nämlich aus zweierlei Gewebselementen, aus Markstrahlparenchym und Gefässen, und ich habe sie deshalb als zusammengesetzte1) bezeichnet. Fig. 4 stellt einen solchen Markstrahl auf seinem Quer-, Fig. 5 auf dem Längsschnitte dar. Wie man besonders auf ersterem deutlich sieht, bilden die Gefässe (*Sg* in beiden Figuren) den Hauptbestandtheil des ganzen Markstrahlengewebes, gegen welchen das Strahlenparenchym (*Sp* in beiden Figuren) an Masse zurücktritt. Von den senkrecht verlaufenden Gefässen des Stammes unterscheiden

---

1) Ich glaube, dass dieser Ausdruck für den vorliegenden Fall viel passender ist als für solche Markstrahlen, die sich durch nichts weiter auszeichnen als dadurch, dass sie auf dem Querschnitt mehrere Zellreihen breit erscheinen, im Uebrigen aber um nichts zusammengesetzter sind als die blos eine Zellreihe breiten. Man könnte die ersteren ganz gut, wie ich es oben durchgängig gethan habe, als „mehrschichtig", die letzteren als „einschichtig" bezeichnen, oder sie als „einreihig" und „mehrreihig" unterscheiden, beide aber unter dem Begriffe der „einfachen" zusammenfassen, da sie nur aus einer einzigen Gewebsart aufgebaut sind. Wirklich zusammengesetzte Markstrahlen, wie die hier in Rede stehenden, werden wohl stets zugleich mehrschichtig sein. — Für die Unterscheidung der verschiedenen Höhe der Markstrahlen ist die oben gebrauchte Bezeichnung „1-, 2-, ... mehrstöckig" wohl die nächstliegende.

sie sich dadurch, dass sie bedeutend enger und länger gegliedert sind; ihre Querwände sind durchbohrt, stehen aber häufig schief; ausserdem sind sie stets netzförmig bis leiterförmig verdickt; während die eigentlichen Stammgefässe durchgehends gehöfte Spaltentüpfel zeigen. Das Strahlenparenchym enthält viele gerbstoffführende Zellen, sowie Stärkekörner in grosser Menge.

Die zusammengesetzten Markstrahlen sind weit weniger zahlreich als die einfachen, aber dennoch leicht aufzufinden, einestheils wegen ihrer Grösse, dann aber auch, weil sie in älterem Holze infolge der Bildung von Gummi- bezw. Luftgängen sowie von Farbstoffen in den Gerbstoffzellen eine dunklere Färbung annehmen als das umgebende Gewebe (vgl. Taf. V, Fig. 3).

Ueber die Entstehung der zusammengesetzten Markstrahlen kann ich nur Folgendes angeben. Im Holze junger Pflanzen ist es mir nie gelungen, sie überhaupt aufzufinden. Verfolgte ich dagegen in einem Stücke älteren Holzes einen zusammengesetzten Markstrahl in seinem Verlaufe vom Kambium nach der Markscheide zu, so stellte sich heraus, dass seine ganze Masse gegen die letztere hin immer geringer wurde, indem sowohl die Gefässe wie die radialen Parenchymzellreihen an Zahl abnahmen. Bereits eine Strecke vor Erreichung der Markscheide sind die vorher zu einem vielzähligen Strange vereinigten Gefässe bis auf ein einziges reduzirt, ähnlich, wie es bei den äussersten blinden Endigungen der Gefässbündel in Blättern der Fall ist. Verfolgt man den Markstrahl nun noch weiter nach innen, so sieht man ihn schliesslich sich (auf dem Querschnitt des Stammes) in eine einzige Parenchymzellreihe fortsetzen, demnach in einen einfachen Markstrahl übergehen, welcher bis zur Markscheide reicht.

Ich stelle mir daher die Entstehung der zusammengesetzten Markstrahlen so vor, dass aus dem Kambium, sobald der Stamm eine gewisse Dicke erreicht hat, nach innen in Verlängerung einzelner einfacher Markstrahlen Zellen abgeschieden werden, welche sich auch in tangentialer Richtung mehr und mehr theilen, und von deren Tochterzellen sich weiterhin die in der Mitte liegenden zu Gefässen ausbilden. Dass unter solchen Umständen im Stamme junger Pflanzen nur einfache Markstrahlen aufzufinden sind, ist ganz natürlich.

Alle bei *Herminiera* vorkommenden Markstrahlen sind primär.

Die zusammengesetzten Markstrahlen weisen noch eine weitere Merkwürdigkeit auf: sie stehen mit den bereits erwähnten Lentizellen in gegenseitigem Abhängigkeitsverhältnisse. Jede Pflanze besitzt genau so viel Lentizellen, wie sie zusammengesetzte Markstrahlen hat; denkt man sich die letzteren in die Rinde hinein verlängert, so wird jeder nach aussen hin von einer Lentizelle abgeschlossen. Leider fiel mir diese ständige Beziehung erst auf, als ich kein frisches Untersuchungsmaterial mehr zur Verfügung hatte, so dass ich die Art und Weise, wie die Verbindung zwischen Korkwarzen und Markstrahlen zustande kommt, nicht feststellen konnte; an dem getrockneten zeigte sich jedoch stets, dass der zwischen beiden liegende Theil der Rinde nur desorganisirtes und braun gefärbtes Gewebe enthielt. Da die Lentizellen zur Beförderung des Gasaustausches mit der Atmosphäre dienen, so kann dieses eigenthümliche Vorkommen mit Rücksicht darauf, dass die in Frage kommenden Markstrahlen Gefässe führen, vielleicht zur Stütze derjenigen Ansicht dienen, welche die Gefässe überhaupt als vorherrschend zur Durchlüftung des Pflanzenkörpers bestimmte Organe betrachtet. Indess sind hierbei auch nebst den gewöhnlichen Zwischenzellräumen die später durch Vergummung entstehenden grossen Luftgänge (s. u.) in Rechnung zu ziehen, namentlich wenn man die von Russow (Botan. Centralbl., 1883, S. 136) und Klebahn (Ber. d. deutsch. bot. Ges., 1883, S. 113 ff. und Jen. Zeitschr. für Naturwiss., S. XVII, N. F. X. Bd. S. 537—592) über einen analogen Gegenstand vergleicht.

Bei der ausgewachsenen Wurzel wiederholen sich im Grossen und Ganzen die anatomischen Verhältnisse des Stammes; nur sind alle Gewebe noch zarter und lockerer, die Pallisadentracheiden überwiegen die übrigen Gewebselemente an Masse hier noch mehr, und letztere stehen ausserdem auf einer niedrigeren Ausbildungsstufe als die des Stammholzes. Die Zellen der die Gefässe einschliessenden tangentialen Binden haben nur wenig verdickte Wände; auch fehlt ihnen die eigentliche Faserform, so dass man hier, streng genommen, nur von Prosenchymbinden sprechen kann. Von Markstrahlen kommen ebenfalls zweierlei Formen vor, aber die grösseren, welche den zusammengesetzten des Stammholzes entsprechen, bestehen gleich den kleinen nur aus gleichartigem Parenchym. (Taf. V, Figg. 7 und 8.)

Von besonderem Interesse sind endlich die bei höherem Alter im Holzkörper der *Herminiera* sich bildenden Gummigänge. Sie fallen schon bei oberflächlicher Betrachtung mit blossem Auge durch ihre ausserordentliche Grösse auf. Im Holze älterer Stämme verlaufen sie 1) in senkrechter Richtung: diese stehen ziemlich zerstreut, häufen sich jedoch in gewissen Zonen in grösserer Zahl an und sind dann innerhalb derselben sogar in annähernd gleichen Bogenabständen vertheilt; 2) wagrecht, und zwar in den zusammengesetzten Markstrahlen je oberhalb und unterhalb der diesen eigenen Gefässgruppen. In beiden Fällen entstehen sie durch nachträgliche chemische Umwandlung der Cellulosewände der betroffenen Gewebspartien, sind also als hystero- u. zw. lysigen zu bezeichnen. Der eigentliche Vergummungsprozess scheint derselbe zu sein, wie der von Prillieux[1]) für *Astragalus* beschriebene und abgebildete. Prillieux bezeichnet das gebildete Gummi als „un état particulier de cellulose devenant capable de se gonfler . . .

---

1) Ed. Prillieux, Étude sur la formation de la gomme dans les arbres fruitiers. Ann. d. sc. nat. 1875, VI. série, Bot., Tome I, p 181/82 und Pl 5, Fig. 1.

ou bien comme un mélange de cellulose, et d'une substance mucilagineuse gonflable, qui serait interposée entre de très-minces feuillets de cellulose;" und ganz ähnlich verhält es sich, wie Taf. V, Fig. 6 zeigt, offenbar auch hier. Die der Vergummung anheimfallenden Gewebsmassen sind kylindrisch begrenzte Partien aus dem lockeren Pallisadengewebe des Holzkörpers mit Einschluss der kleinen Markstrahlen, bezw. dem Parenchym der zusammengesetzten Markstrahlen. Die betreffenden Zellwände quellen zunächst äusserst stark auf; später verschleimen sie mehr und mehr bis zur vollständigen Auflösung, die dazu führt, dass sich schliesslich der ganze Gummigang seines Inhaltes völlig entleert und zuletzt zum interzellularen Luftgang wird. In der desorganisirten Masse sind stets noch zahlreiche Stärkekörner zu erkennen, welche jedesfalls aus den in die Vergummung mit einbezogenen Theilen der kleinen Markstrahlen herrühren. —

Im Anschluss an *Herminiera* habe ich zunächst den Stamm von ***Erythrina crista galli*** L. untersucht, vorzugsweise veranlasst durch die ebenfalls sehr lockere und weiche Beschaffenheit des Holzes, welches diese Art erzeugt. Da dasselbe, wie mir inzwischen bekannt geworden, bereits von Mori[1]) beschrieben worden ist, so kann ich mich hier auf die Angabe des Nothwendigsten beschränken und z. Th. auch auf die von dem Genannten gegebenen Abbildungen verweisen.

Schon die Rinde ist in ihrem anatomischen Baue, abgesehen von der starken Borkenbildung und dem Fehlen der Lentizellen, der der *Herminiera* ausserordentlich ähnlich. Auch hier finden sich zwei Bastfaserzonen: die äussere besteht aus sehr stark entwickelten, in peripherischer Richtung verbreiterten geschlossenen Bündeln, welche so dicht gedrängt stehen, dass sie fast miteinander verschmelzen, und deren Parenchymscheide ebenfalls gefächerte Krystallschläuche führt; die innere aus Einzelfasern und kleinen Gruppen von solchen. Im Uebrigen ist die Rinde stark entwickelt und wird nicht blos nach aussen durch Borkenbildung verstärkt, sondern erhält auch von innen aus dem Kambium einen Zuwachs durch eine eigenthümliche Innenschicht. Das Kambium scheidet nämlich auch nach der Rindenseite ganz dieselben Elemente ab, wie sie den Holzkörper zusammensetzen, mit alleiniger Ausnahme der Gefässe, so dass man Schnitte aus dieser Schicht unter dem Mikroskope überhaupt nur durch das Fehlen der letzteren und die eigenthümliche Braunfärbung sämmtlicher Zellwände von solchen aus dem Holze unterscheiden kann.

Der Bau des Holzkörpers stimmt in vielen Beziehungen aufs Ueberraschendste mit dem von *Herminiera* überein. Vor Allem wird auch bei *Erythrina cr. g.* die Grundmasse von einem äusserst lockeren Gewebe gebildet, welches Mori „un vero parenchima" nennt, das aber in sämmtlichen Einzelheiten, die Vertheilung der Tüpfel nicht ausge-

---

1) A. a. O.

schlossen, ja selbst in der Grösse der einzelnen Zellen mit dem Gewebe der Pallisadentracheiden bei *Herminiera* übereinstimmt (Taf. V, Figg. 12 und 13). Dieser Grundmasse sind auch hier die Sklerenchymfasern in geschlossenen, vorherrschend tangential entwickelten Strängen eingelagert (Fig. 4, *a* bei Mori a. a. O.). Dagegen liegen die Gefässe bei *Erythrina* nicht in den Sklerenchymfaserbändern, welche auch niemals von Markstrahlen durchschnitten werden, sondern stets unmittelbar im parenchymatischen Grundgewebe, dessen Zellen in ihrer nächsten Umgebung nur insofern eine etwas andere Form annehmen, als sich ihr radialer Durchmesser verkürzt. Die Gefässe sind ebenso gebaut und getüpfelt wie die der *Herminiera* und zeigen auch dieselbe charakteristische Kurzgliedrigkeit. Im Ganzen ist die Vertheilung der Fasergruppen und der Gefässe in der Grundmasse eine solche, dass sie in abwechselnd aufeinanderfolgenden Zonen des Holzkörpers liegen; man erhält demgemäss auf Sehnenlängsschnitten immer nur entweder Gefässe, Markstrahlen und Pallisadentracheiden (Taf. V, Fig. 12) oder Sklerenchymfasern, Markstrahlen und Pallisadentracheiden (Taf. V, Fig. 13). An der Aussenseite der Faserbänder treten dieselben Uebergangszellformen bezw. Krystallfasern auf wie bei *Herminiera* am gleichen Orte (Taf. V, Fig. 13.).

Eine besondere Eigenthümlichkeit der *Erythrina cr. g.* ist die ungewöhnliche Entwickelung der Markstrahlen. Diese sind nicht blos ausserordentlich gross, sondern auch dabei so zahlreich, dass ihre Gesammtmasse mindestens den dritten Theil des ganzen Holzkörpers ausmacht. Da sie so dicht stehen, so zwingen sie die gleichsam nur zwischen sie eingekeilten vertikalen Gewebselemente sämmtlich zum Ausweichen, bezw. einem in tangentialem Sinne hin- und hergewundenen Verlaufe, wie dies aus den Figg. 12 und 13 auf Taf. V ersichtlich ist. Was ihren inneren Bau betrifft, so sind sie einfach; sie bestehen nur aus Strahlenparenchym, dessen ungewöhnlich weite und namentlich tangential wenig zusammengedrückte Zellen auf ihren Quer-, aber auch auf den radialen, Wänden getüpfelt sind. —

Das nächste Holz, welches ich zur vergleichenden Untersuchung heranzog, gehörte der der Gattung *Herminiera* am nächsten verwandten Gattung **Aeschynomene** L. an. Die Art, eine ostindische, war leider nicht mehr näher zu bestimmen; das Material war dem Bot. Museum zu Breslau entnommen, auf welches ich mich bezüglich der Gattungsbestimmung beziehen muss. Die Rinde fehlte an dem verfügbaren Stück und konnte nicht untersucht werden.

Die Hauptmasse des Holzkörpers besteht aus Sklerenchymfasern und Gefässen (Taf. V, Figg. 9 und 10); Parenchym ist nur hin und wieder, den letzteren dicht anliegend, angedeutet (Taf. V, Fig. 11, *p.*), im Uebrigen aber nur durch die mikroskopischen aber sehr zahlreichen Markstrahlen (Taf. V, Fig 9, *st*; Fig. 11, *st*, *st'*) vertreten. Der Markkörper ist auffallenderweise histologisch gar nicht vom sekundären Holze differenzirt; er bleibt vollständig erhalten, sein Gewebe besteht aus denselben Sklerenchymfasern wie die des letzteren; nur die Gefässe hören nach der Mitte zu auf, nachdem ihre Weite schon vorher allmählig bedeutend abgenommen hat. Obwohl also eine deutliche Markscheide nicht vorhanden ist, ist doch die corona medullaris auch im alten Holze noch ganz gut erkennbar. Im Uebrigen zeichnet sich das Mark durch seinen Gehalt an zahlreichen gerbstoffführenden Fasern aus, welche im sekundären Holzkörper nur vereinzelt auftreten (Taf V, Fig. 10, *ge*).

Die Gefässe stehen meist einzeln, manchmal auch zu zweien, in ziemlich regelmässiger Anordnung in der Grundmasse; sie sind ebenso gebaut und getüpfelt wie die der *Herminiera*, doch bedeutend weitlichtiger und verhältnissmässig nicht so kurzgliederig. Da sie ausserdem sehr zahlreich sind und dicht beisammen stehen, so zwingen sie die winzigen Markstrahlen zum Ausweichen und einem hin- und hergeschlängelten Verlaufe (Taf. V, Fig. 9, *st*), welcher bewirkt, dass man sie häufig auf einem und demselben Sehnenlängsschnitte sowohl in der Quer- wie in der Seitenansicht zu sehen bekommt (Taf. V, Fig. 11, *st* und *st'*). Häufig legen sich die Markstrahlen einem Gefässe auf der einen Seite mit ihrer ganzen Fläche innig an und verbinden es auf diese Weise mit irgend einem anderen, auf welches sie in ihrem weiteren Verlaufe treffen. In ihrem Baue entsprechen sie den kleinen der *Herminiera*; sie sind ebenfalls einfach und einschichtig, höchstens in der Mitte zuweilen zweischichtig, dagegen im Allgemeinen viel höher (meist 10- bis 20stöckig). — Kystallschläuche sind nicht vorhanden.

Auch dieses Holz ist sehr leicht; allein sein geringes Gewicht rührt nicht von dem Vorherrschen eines besonders zarten und lockeren Gewebes her, sondern lediglich von der ungewöhnlichen Menge und Weite der Gefässe.

Hallier[1]) und Moeller[2]) haben eine Anzahl anderer Arten von *Aeschynomene* untersucht und bei einigen derselben im Holzbaue eine ganz auffallende Uebereinstimmung mit *Herminiera Elaphroxylon* G. P. R. gefunden. *Aesch. paludosa* Rxb. ist nach Hallier anatomisch von dieser gar nicht zu unterscheiden; die wenigen von ihm angeführten Unterschiede sind ganz unwesentlicher Natur. Aehnliches giebt er von *Ae. aspera* Willd. (syn. *Ae. lagenaria* Lour., *Hedysarum lagenarium* Rxb.) an. Letztere soll sich dadurch unterscheiden, dass die Parenchymzellen „auch in radialem Sinne porös“ — was ich aber bei *Herminiera* ebenfalls gefunden habe —, und dass die Bastbündel in der Rinde von tangential gestreckter, bandartiger Form sind. Eine genauere Darstellung liefert a. a. O. Moeller, aus welcher Folgendes hervorzuheben ist: Das Massenverhältniss von Mark-, Holz- und Rinden-

---

1) Bot. Ztg. 1859, S. 153 ff., und 1864, S. 93 ff.

2) Bot. Ztg. 1879, Sp. 720—24. (Mit einer Abbildung).

körper ist dasselbe wie bei *Herminiera*, ebenso ist der anatomische Bau der Rinde der gleiche (äussere Bastbündelzone, innere Zone einzelner Fasern oder dünnerer Stränge; gekammerte Krystallschläuche als regelmässige Begleiter der Bastfasern). Im Holzkörper dasselbe Verhältniss zwischen Parenchym und Holzfasern; letztere zu bogigen Binden geordnet, ersteres pallisadenartig und überhaupt in den Umrissen ebenso gebaut wie bei *Herminiera*, auch auf den Querwänden ebenso getüpfelt; auf den Seitenwänden aber spärliche Spaltentüpfel. Markstrahlen 1- bis 4reihig, sonst von demselben Baue wie die der *Herminiera*; Tüpfelung aber wie die des Holzparenchyms, daher auch Spalten auf ihren Seitenwänden. Grosse Markstrahlen erwähnt Moeller nicht. Die Gefässe, für sich betrachtet, gleichen ebenfalls denen der *Herminiera*; dagegen verlaufen sie — und dies ist neben dem Mangel der grösseren Markstrahlen der einzige bedeutende, aber auch ganz charakteristische Unterschied — nicht innerhalb der Faserbänder, sondern regellos zerstreut in der parenchymatischen Grundmasse.

Zu *Aesch. aspera* oder doch jedesfalls zu einer nahe verwandten Pflanze dürfte hiernach auch das Holz gehören, welches Schleiden dem Deckel eines tschinesischen lackirten Kästchens entnommen und bereits in Grundz. d. wiss. B.[1]) beschrieben und abgebildet hat; wenigstens lässt sich aus den beiderseitigen Beschreibungen und Figuren keine einzige wesentliche Abweichung entnehmen.

Aesch. indica L. scheint nach Moeller noch vollkommen mit der vorigen übereinzustimmen; ausdrücklich hervorgehoben ist dies von ihm allerdings nur inbetreff des eigenthümlichen Baues des Holzparenchyms.

Mit Rücksicht auf das Verhältniss zwischen Holzparenchym und Holzfasern bilden nun die Hölzer einiger anderer *Aeschynomene*arten einen allmähligen Uebergang von den drei letzterwähnten zu der von mir untersuchten. Ich referire wieder nach Moeller:

Bei *Ae. Sellowii* Vgl. und *Ae. sensitiva* sind die einzelnen Parenchymzellen noch ebenso gebaut wie die der bisher genannten Arten, aber nicht mehr so regelmässig angeordnet, sondern gegeneinander verschoben. Bei der letzteren ist das Parenchym auch schon derbwandiger und engzelliger.

Bei *Ae. sulcata* H. B. herrschen bereits die Holzfasern vor. Die Gefässe stehen hier häufig in radialen Gruppen.

Ae. americana L. hat noch weniger Parenchym aufzuweisen und die Holzfasern sind sehr stark verdickt. — Hieran wäre also noch zu schliessen:

Aeschynomene spec? (Bresl. Bot. Mus.) mit fast gänzlich unterdrücktem Holzparenchym.

---

1) 2. Aufl., Leipz. 1845, Bd. I, S. 247–49, Figg. 51—53.

Eine andere der *Herminiera* sehr nahestehende Papilionaceengattung ist **Sesbania** L., von der viele Arten ebenfalls ein sehr leichtes Holz besitzen. Mir stand zur Untersuchung Material von *Sesb. grandiflora* DC. (syn. *Sesb. aegyptiaca* Pers., *Aeschynomene Sesban.* Rxb., *Agati grandiflora*) zu Gebote.

In der Rinde lassen sich folgende Zonen unterscheiden: Unter der Epidermis ein mehrschichtiges, kollenchymatisches Hypoderm; darunter eine gleichmässig aus grünem Rindenparenchym bestehende Schicht; dann eine Zone mit Bastbündeln, welche peripherisch ein wenig gestreckt sind und keine Spur von Krystallschläuchen, dagegen auf der Innenseite eine diesen wahrscheinlich entsprechende parenchymatische Bekleidung von Gerbstoffschläuchen zeigen; hierauf bis zum Kambium abermals chlorophyllführendes Parenchym.

Das Holz besteht zum grössten Theile aus Libriformfasern, die jedoch verhältnissmässig weitlichtig sind. Das noch grosszelligere Parenchym ist schwach entwickelt und tritt nur in schmalen und kurzen Radialstreifen auf; in der Mitte dieser liegen die Gefässe, entweder einzeln oder zu wenigen in Stränge vereinigt, deren radialer Durchmesser den tangentialen ebenfalls ein wenig übertrifft. Die nach aussen liegenden Gefässe sind grösser als die auf der Innenseite desselben Stranges. Die Markstrahlen sind einschichtig und biegen vor den Gefässen aus, ohne sich aber infolge dessen so stark hin- und herzukrümmen wie die von *Aeschynomene* spec.? An der Markscheide sind, ähnlich wie bei *Herminiera*, in gleichen Abständen Gerbstoffschläuche vertheilt, welche je 3- bis 4zählige geschlossene Gruppen bilden.

In der jungen, doch bereits einige Wochen alten Pflanze ist die Grundmasse des Holzes noch gleichförmig parenchymatisch zu einer Zeit, da die Gefässe bereits ausgebildet und in durchschnittlich 4zähligen radialen Gruppen angeordnet sind. Von einem die letzteren hofähnlich umgebenden, von der Grundmasse sich unterscheidenden Gewebe ist noch keine Spur zu bemerken. Das Mark ist sehr grosszellig.

Von den nun folgenden Hölzern wurde bei der Untersuchung nur das Querschnittsbild berücksichtigt. Ich wählte zunächst eine Anzahl Vertreter aus der tropischen Papilionaceengruppe der **Dalbergieen.** Bevor ich dieselben bespreche, will ich die Angaben Hallier's über ein ebenfalls hierher gehöriges Holz von Trinidad zusammenfassen, welches der Gattung *Amerimnum* P. Browne angehörte.

Amerimnum sp.? — Der Holzkörper ist dem der *Herminiera* analog gebaut, jedoch auch auf einer weit einfacheren Ausbildungsstufe stehen geblieben. Innerhalb der aus Holzparenchym bestehenden Grundmasse sind peripherische Binden zu unterscheiden. Die Zellen der ersteren sind sehr weitlichtig und gleich den Pallisadentracheiden der *Herminiera* gleichmässig horizontal geschichtet, besitzen aber keine dachförmig zugeschärften, sondern abgerundete Querwände. Die Vertheilung der hier grösseren und augenförmigen Tüpfel ist dieselbe. Echte Holzfasern fehlen vollständig; die peripherischen Binden bestehen auch aus parenchymatischen Zellen, die jedoch etwas dickwandiger sind und einen geringeren Radialdurchmesser besitzen als die der Grundmasse (vergl. das bei *Erythrina crista galli* die Gefässe einschliessende Parenchym). Die Gefässe verlaufen auch hier stets innerhalb dieser Binden; sie sind meist zu grösseren, bis 12zähligen, radialen Gruppen vereinigt. Markstrahlen einschichtig und ein- bis zehnstöckig, also den kleinen der *Herminiera* gleichend; von der Tüpfelung gilt dasselbe wie von den Zellen der Grundmasse. Nach den Andeutungen Hallier's über horizontal verlaufende, leiterförmig verdickte Gefässe scheinen auch die zusammengesetzten Markstrahlen der *Herminiera* hier ihr Analogon zu haben. Die kleinen Markstrahlen durchsetzen die peripherischen Binden auch hier ununterbrochen und dürften wohl auch oftmals die in diesen liegenden Gefässe berühren. Der Markkörper bietet eine Analogie mit *Aeschynomene* spec.?; er ist engzellig, und sein Gewebe geht allmählig in das des sekundären Holzkörpers über, ohne dass sich eine scharfe Grenze wahrnehmen lässt. — Die Rinde weist starke Korkbildung auf; das Periderm ist gleichmässig am Umfange vertheilt; der Hartbast tritt nicht in geschlossenen Bündeln, sondern nur in einzelnen Fasern auf.

Von der Gattung *Dalbergia* L. habe ich drei Arten untersucht: *D. ouigeinensis* Rxb., *D. latifolia* Rxb. und *D. sissoo* Rxb. — Bei sämmtlichen ist der Holzkörper sehr übereinstimmend gebaut. Die Grundmasse besteht aus Sklerenchymfasern, innerhalb deren das an Masse bedeutend zurücktretende Parenchym zu geschlossenen Gruppen geordnet ist. Die Umrisse dieser Gruppen sind zwar verschieden, aber sehr häufig von der Form der Sklerenchymfaserbinden bei *Herminiera*; indess kommen auch unregelmässig rundlich begrenzte Parenchymgruppen vielfach vor. Meist aber sind sie sehr schmal und peripherisch ziemlich lang gestreckt, auch häufig anastomosierend; ersteres ist namentlich bei *D. sissoo* der Fall; bei *D. ouigeinensis* sind sie hingegen vorwiegend kurz und in der Mitte, wo die Gefässe liegen, stark verbreitert. Die letzteren stehen bei allen drei Arten entweder einzeln oder in kleinen, vorherrschend radial ausgedehnten Gruppen; ihre Beziehung zu den Parenchymbändern ist bei *D. sissoo* und *D. latifolia* keine sehr bestimmte; sie liegen bei diesen zuweilen auch in der prosenchymatischen Grundmasse, während andererseits die Parenchymbinden sehr häufig auch ohne Gefässe vorkommen. Die Markstrahlen sind bei allen drei Arten mehrschichtig, sonst nach Häufigkeit und regelmässiger Vertheilung mit den kleinen der *Herminiera* übereinstimmend.

Pterocarpus L. — Untersucht wurden *Pt. marsupium* Rxb. und *Pt. suberosus* Pers. Beide Arten weichen anatomisch nur unwesentlich von einander ab. Bei *Pt. marsupium* ist das Grundgewebe sehr dicht prosenchymatisch, im Uebrigen der Holzbau dem der eben geschilderten *Dalbergien* ausserordentlich ähnlich; auch hier tritt das Holzparenchym in langen, schmalen, peripherischen Streifen auf, welche die Gefässe vielfach, aber nicht immer, einschliessen; letztere sind ungewöhnlich gross. Die Markstrahlen sind sehr zahlreich und stets nur einschichtig wie die kleinen der *Herminiera*; sie verlaufen nur schwach geschlängelt (vor den Gefässen ausbiegend). Bei *Pt. suberosus* ist das Grundgewebe ebenfalls prosenchymatisch, aber weitzelliger als bei der vorigen Art; dagegen ist das Parenchym nur äusserst schwach entwickelt, hebt sich jedoch immerhin in schmalen, bogigen Linien gut kenntlich von der Grundmasse ab. — Krah[1]) giebt für *Pt. santalinus* L. fil. und *Pt. Draco* L. ebenfalls tangentiale Binden von Holzparenchym innerhalb der aus Holzfasern bestehenden Grundmasse an, die bei der ersteren Art eine bedeutende Ausdehnung in peripherischer Richtung haben, bei der letzteren auf viele helle Streifen reduzirt sind. Bei beiden sind die Gefässe von den Parenchymbinden abhängig; bei *Pt. santalinus* sind sie denselben an der Markseite angelagert.

Pongamia *glabra* Vent. — Bei dieser Dalbergiee überwiegt zwar ebenfalls das die Grundmasse bildende Fasergewebe, doch ist hier wieder das bedeutend weitzelligere, scharf abgesetzte Parenchym viel stärker entwickelt als bei den vorigen und nimmt etwa zwei Fünftel des ganzen Holzkörpers ein. Es tritt wieder in peripherischen Bändern auf, welche in ihrem ganzen Verlaufe annähernd gleiche Breite haben und auch in der Mitte, wo sie die Gefässe einschliessen, nur wenig verstärkt sind; die Bänder stehen so dicht, dass sie zum grössten Theile auf weite Strecken hin miteinander verschmelzen und nahezu geschlossene konzentrische Parenchymringe zusammensetzen. Die Gefässe sind sehr weit und stehen meist einzeln, aber auch in kleinen Radialgruppen; ausser in den Parenchymbinden kommen sie hier und da auch unmittelbar im Grundgewebe vor. Die Markstrahlen sind sehr zahlreich, klein, und durchsetzen beide Arten des Vertikalgewebes in nahezu geradem Verlaufe ununterbrochen.

Von Papilionaceen wurden ferner noch folgende Hölzer untersucht:

Sophera[2]) *japonica* L. und *S. microphylla* L. — Bei der ersteren besteht die Grundmasse des Holzes aus Libriform, welches jedoch nicht sehr fest gebaut ist. Holzparenchym ist vorhanden und umgiebt die Gefässgruppen in radialer Richtung. Die Gefässe sind weit und stehen nur zu wenigen, bis zu dreien, beisammen. Die Markstrahlen sind sehr zahlreich, mehrschichtig; ihr Parenchym ist sehr weitzellig; sie verlaufen gerade und durchsetzen das Grundgewebe ohne Unterbrechungen. Im Wesentlichen ist sonach der Holzbau dem von *Sesbania grandiflora* D. C. analog. Krah (a. a. O.) führt stärkeführende Libriformzellen auf und schreibt dem Parenchym des Herbstholzes im Allgemeinen tangentiale Tendenz zu, welche aber nach seiner eigenen Angabe hier im Vergleiche mit anderen, ähnlich gebauten Papilionaceenhölzern etwas in den Hintergrund tritt. — Bei *Soph. microphylla* besteht die Grundmasse aus sehr dichten Holzfasern, und Parenchym ist fast gar nicht vorhanden; dagegen sind die Gefässe sehr zahlreich und in vielzähligen Gruppen angeordnet; ihre Grösse ist sehr verschieden. Die Markstrahlen verhalten sich wie bei der vorigen Art. Im Allgemeinen nähert sich der Holzbau somit mehr dem von *Aeschynomene* sp.?

---

[1]) a. a. O.

[2]) In Beachtung einer von Ascherson seinerzeit im Bot. Ver. der Prov. Brand. gemachten Mittheilung schreibe ich *Sophera*, nicht *Sophora*.

Virgilia capensis Lam. und *V. lutea* Mich. — Beide haben prosenchymatisches Grundgewebe; bei ersterer ist dasselbe verhältnissmässig weitzellig. Das Parenchym ist bei beiden schwach entwickelt und umgiebt bei *V. capensis* die Gefässe in undeutlichen, rundlichen Gruppen („Höfen“), während es bei *V. lutea* gar keine Beziehung zu denselben zeigt, überhaupt nur in vereinzelten Zellen oder Zellreihen auftritt. Die Gefässe sind bei beiden Arten gross; bei *V. cap.* bilden sie sehr verschieden grosse Gruppen, welche vorherrschend in radialer Richtung ausgedehnt sind und zuweilen auch ineinander übergehen; bei *V. lut.* sind die Gruppen klein, oder es kommt auch häufig vor, dass die Gefässe einzeln stehen. Die Markstrahlen bieten bei beiden Arten nichts Bemerkenswerthes; sie sind zahlreich, nur sehr schwach hin- und hergeschlängelt, bei *V. cap.* sehr schmal, bei *V. lut.* mehrschichtig; letztere zeigt auch viele sekundäre Markstrahlen. *Virg. capensis* nähert sich demnach gleich *Sophera japonica* L. im Holzbaue einigermassen der *Sesbania grandiflora* D. C.

Cercis siliquastrum L. und *C. canadensis* L. — Die Hauptmasse des Holzes ist dichtes Libriform. Weitzelligeres Parenchym umgiebt bei *C. siliquastrum*, jedoch nur theilweise und unregelmässig, die Gefässe, welche in unregelmässigen Gruppen beisammenstehen und nicht besonders weitlichtig sind; bei *C. canadensis* kommt es überhaupt nur im Herbstholze vor, bildet aber dort allerdings schwach entwickelte peripherische Binden, innerhalb deren die Gefässe meist einzeln liegen; letztere sind hier klein, im Frühlingsholze dagegen nicht blos grösser und zahlreicher, sondern auch zu geschlossenen, unregelmässigen Gruppen vereinigt. Die Markstrahlen sind bei *C. can.* engzelliger und schmaler als bei *C. sil.*; sonst stimmen sie bei beiden Arten sowohl nach Häufigkeit wie im Verlaufe überein; auch kommen bei beiden sekundäre Markstrahlen in grosser Menge vor. — Bezüglich *C. sil.* vergl. auch Krah a. a. O.

Amorpha fruticosa L. — Das Grundgewebe besteht aus sehr dichten Holzfasern; das Parenchym ist fast gar nicht vertreten. Die Gefässe stehen einzeln oder in kleinen Gruppen zerstreut; die Markstrahlen sind sehr zahlreich und ein- bis mehrschichtig; die schmäleren verlaufen ein wenig geschlängelt.

Robinia Pseudacacia L., *R. viscosa* Vent. und *R. caragana* L. — Die Hölzer der beiden ersteren sind ausserordentlich übereinstimmend gebaut; bei der letzteren Art sind die Gefässe durchschnittlich enger. Grundgewebe bei beiden sehr festes Libriform; Parenchym umschliesst die Gefässe entweder unregelmässig oder, wie namentlich an der Grenze der Jahresringe, auch in peripherischen Binden. Die Markstrahlen sind zwei- bis dreischichtig, weitzellig, zahlreich, ziemlich gerade verlaufend. Nach Krah (a. a. O.) zeigt auch *R. rosea* die gleiche Anordnung des Holzparenchyms wie *R. Pseudacacia*. — *R. caragana* L. weicht ebenfalls nicht wesentlich von den vorigen ab; das Grundgewebe ist hier besonders engzellig; das Parenchym umgiebt die Gefässe hofähnlich; letztere, welche bei *R. Pseud.* und *R. visc.* von sehr verschiedener Grösse sind, haben hier durchweg ein enges Lumen. Auch die Markstrahlen sind engzelliger.

Callistachys ovata Sims. — Das Grundgewebe ist prosenchymatisch, aber weitzellig; Parenchym tritt in deutlichen Bändern, ausserdem aber auch in schmalen radialen Streifen auf. Zu den Gefässen zeigt es keine bestimmte Beziehung; dieselben liegen sogar öfter in der Grundmasse als in den Bändern. Sie sind zahlreich und bilden wenigzählige, gleichmässig vertheilte Gruppen. Die Markstrahlen sind zahlreich und von verschiedener Breite, welcher entsprechend sie entweder gerade oder schwach geschlängelt (den Gefässen ausweichend) verlaufen.

Jacksonia scoparia R. Br. — Das Grundgewebe ist sehr dichtes Libriform; das Parenchym bildet schmale peripherische Bänder und Streifen, welche etwas gewellt sind, nicht sehr deutlich hervortreten und keine Gefässe einschliessen; letztere liegen im Grundgewebe und sind von besonderen, schwachen Parenchymscheiden bekleidet. Sie sind zu durchschnittlich etwa vierzähligen Gruppen verbunden; letztere haben ausgesprochen radiale Tendenz und bilden, äusserst dicht gedrängt stehend, einen grossen Theil des gesammten Holzkörpers. Die Markstrahlen sind weitzellig, von geringer Breite, sehr zahlreich und von geschlängeltem Verlaufe. Im Ganzen erinnert der Holzbau sehr an den von *Sesbania grandiflora* D. C.

Viminaria denudata Sm. — Erinnert ebenfalls an *Sesb. grandifl.*

und ist mit der vorigen sehr übereinstimmend gebaut. Das Parenchym bildet schwache Radialgruppen um die Gefässe und verbindet diese zum Theil miteinander. Die Markstrahlzellen sind enger als bei der vorigen Art.

Oxylobium callistachys Benth. — Die Grundmasse wird von Libriform gebildet, aber auch Parenchym ist reichlich vorhanden und bildet sowohl konzentrische Bänder wie schmale, radiale Gruppen. Eine bestimmte Beziehung zu den Gefässen lässt der Querschnitt nicht erkennen. Letztere sind ziemlich zahlreich, von verschiedener Grösse und stehen häufig in radial gestellten Bündeln. Die Markstrahlen sind sämmtlich primär, verhältnissmässig breit und von ziemlich geradem Verlaufe; ihre Häufigkeit stimmt mit der bei den meisten vorerwähnten Papilionaceen überein.

Caesalpiniaceen.

Gleditschia L. — Die beiden Arten *Gl. triacanthos* L. und *Gl. horrida* Willd. stimmen in allen für die vorliegende Betrachtung wesentlichen Merkmalen des Holzbaues überein. Die Grundmasse ist (im Herbstholz) dichtes Libriform, während das Parenchym daselbst in unregelmässigen Binden auftritt und die Gefässe gewissermassen ersetzt: diese nehmen nach der Aussengrenze der Jahresringe an Häufigkeit und Grösse bis zum völligen Verschwinden ab, wogegen das Holzparenchym entsprechend an Masse zunimmt. Im Frühlingsholze sind die Gefässe sehr gross und bilden zwischen den sehr breiten und gerade verlaufenden Markstrahlen dicht gedrängte Gruppen.

Gymnocladus canadensis L. — Der Holzbau ist im Allgemeinen dem von *Gleditschia* ähnlich, doch ist die prosenchymatische Grundmasse weitzelliger, und das Parenchym bildet nur selten bogige Binden, umgiebt vielmehr grösstentheils die Gefässe des Herbstholzes in schwacher Entwickelung gleichmässig von allen Seiten. Die Markstrahlen sind sehr zahlreich, von verschiedener Breite, doch selten einschichtig, und weichen in ihrem sonst geraden Verlaufe den auf ihrem Wege liegenden Gefässen ein wenig aus.

Haematoxylon L. — Das Grundgewebe von *H. brasiletto* Krst. ist dichtes Libriform; das Holzparenchym ist gut entwickelt und umgiebt die Gefässe in zahlreichen, häufig ineinander übergehenden Bändern. Die Gefässe liegen fast immer in der Mitte bezw. den breitesten Stellen der ersteren; sie sind von verschiedener Grösse und stehen einzeln oder in sehr unregelmässigen Gruppen. Die sämmtlich primären Markstrahlen sind ziemlich zahlreich, weitzellig und von verschiedener Breite. — *H. campechianum* L., dessen Holzbau bereits Schacht[1]) erwähnt, scheint von der vorigen Art nicht wesentlich abzuweichen; nach Krah (a. a. O.) bildet das Parenchym breite, tangential bedeutend ausgedehnte Binden, an deren Markseite die Gefässe liegen.

---

[1]) Der Baum. Berlin 1853. S. 209.

Cassia L. — Untersucht wurden *C. Roxburghii* D. C., *C. fistula* L. und *C. speciosa* H. B. Alle drei Arten sind im Allgemeinen übereinstimmend gebaut und zeigen sehr schöne Uebergänge bezüglich des Massenverhältnisses zwischen Parenchym und Libriform. *C. Roxburghii* zeigt auf dem Querschnitt fast genau dieselben Verhältnisse wie die beschriebenen Dalbergien; die Grundmasse ist prosenchymatisch, das Parenchym derselben in deutlich abgesetzten, langgestreckten peripherischen Binden eingelagert, welche die meist einzeln stehenden Gefässe regelmässig einschliessen: die Markstrahlen sind, obgleich sehr schmal, gut kenntlich; sie verlaufen ziemlich gerade und sind sehr zahlreich. — Dieser Art sehr nahe kommt *C. fistula*, doch ist hier das Parenchym bereits so stark entwickelt, dass es fast die Hälfte des ganzen Holzkörpers ausmacht; dem entsprechend gehen die bogigen Bänder, in denen es auftritt, vielfach ineinander über. Gefässe kommen nur im Parenchym vor. Die Markstrahlen sind einschichtig und schwach geschlängelt. — Bei *C. speciosa* ist echtes Libriform gar nicht mehr vorhanden; die Grundmasse besteht aus lockerem Parenchym, und noch weitzelligeres Parenchym umschliesst die Gefässe, welche hier häufig zu starken Radialgruppen vereinigt sind, mehr scheidenartig. Die Markstrahlen sind einschichtig und verlaufen ziemlich gerade, nur den Gefässgruppen selbst unmittelbar ausbiegend.

Dicorynia paraensis Benth. — Die Grundmasse des Holzkörpers besteht aus Libriform, wird aber aus häufigen, sehr schmalen (fast linienartigen) und verhältnismässig langen peripherischen Parenchymstreifen oder -Binden durchsetzt. Die Gefässe sind von diesen unabhängig und kommen ebensowohl in ihrer Mitte, wie im Grundgewebe vor; sie stehen meist einzeln und sind übrigens nicht zahlreich. Markstrahlen sind in grosser Menge vorhanden und verlaufen schwach geschlängelt.

Caulotretus Rich. — Die beiden untersuchten Arten, *C. heterophyllus* Bieb. und *C. scandens* L. zeigen auf dem Querschnitt grosse Uebereinstimmung mit *Aeschynomene* sp.? Die Grundmasse ist rein prosenchymatisch, die Gefässe sind ausserordentlich weit und zahlreich, die Markstrahlen sehr schmal, meist einschichtig, und von stark geschlängeltem Verlaufe. Nach O. Warburg[1]) durchsetzen sie bei *C. heterophyllus* die Zweige in vertikaler Richtung auf weite Strecken, sind also, wie bei Kletterpflanzen häufig, bei grösster Schmalheit sehr hoch. Derselbe Verf. giebt auch an, dass bei *C. het.* die Holzfaserzellen vereinzelt gekammert und im „Flügelholze“ auch wirkliche Krystallschläuche vorhanden sind (vgl. die Krystallfasern bei *Herminiera*, *Erythrina* u. s. w.).

---

[1]) Bot. Ztg. 1883. Nr. 38—42.

Bauhinia Plum. — Untersucht wurden: *B. frutescens* Lam., *B. purpurea* L., *B. reticulata* D.C. und *B. retusa* Rxb. Alle vier Arten sind so übereinstimmend gebaut, dass ich sie unter Hervorhebung der jeweiligen geringen Unterschiede gemeinschaftlich besprechen kann. Das Grundgewebe wird überall von Libriform gebildet, aber auch das Parenchym ist bei allen stark entwickelt und nimmt meist fast die Hälfte der ganzen Holzmasse ein. Es tritt in Querbinden auf, welche kontinuirlich ineinander übergehen und sich an den die Gefässe einschliessenden Stellen verbreitern. Die Gefässe kommen auch in der Grundmasse vor, sind dann aber stets wenigstens von einer einschichtigen besonderen Parenchymscheide umgeben. Die parenchymatischen Querbinden sind nicht ganz scharf von der Grundmasse abgesetzt. Die Gefässe sind sehr gross, nur bei *B. frutescens* etwas kleiner, dafür jedoch desto zahlreicher; bei *B. reticulata* und *B. retusa* stehen sie vorzugsweise einzeln, bei *B. frutescens* und *B. purpurea* mehr in radialen Gruppen. Die Markstrahlen sind überall sehr zahlreich, schmal und zwar meist einschichtig, nur bei *B. frutesc.* und *B. retusa* öfters auch zweischichtig. Sie verlaufen gerade, nur den Gefässen ausweichend; bei *B. purp.* und *B. retic.* sind sie dicht mit einer harzigen Masse erfüllt.

Eperua falcata Aubl. — Der Holzbau dieser Art erinnert in vieler Beziehung an den von *Aeschynomene* sp.?: das Grundgewebe besteht aus Holzfasern, das Parenchym ist sehr schwach entwickelt und überhaupt nur im Anfange der Holzringe vorhanden, wo es in Form einer schmalen Binde auftritt. Die Gefässe sind verschieden gross, ähnlich wie bei *Dicorynia paraensis* Benth., und stehen wie dort meist einzeln. Auch die Markstrahlen sind wie dort sehr zahlreich; ihr Gewebe ist auffallend weitzelliger als das der Grundmasse; ihr Verlauf ist fast ganz gerade.

Brownea grandiceps Jacq. — Im Ganzen sehr ähnlich den Dalbergien, aber das Parenchym viel stärker entwickelt, daher den Bauhinien und Cassien noch näher stehend. Auch hier bildet das Parenchym peripherische Binden, welche häufig ineinander übergehen und nahezu die Hälfte des gesammten Holzkörpers ausmachen; in ihrer Mitte liegen die Gefässe, die meist einzeln, selten in wenigzähligen Radialgruppen stehen. Markstrahlen sehr zahlreich, einschichtig, weitzellig, die Parenchymbänder ununterbrochen durchsetzend.

Ceratonia Siliqua L. — Das Grundgewebe ist Libriform; Parenchym tritt vorwiegend in radial-gestreckten, die Gefässe umgebenden Partien, theilweise aber auch in peripherischen Bändern auf. Die Gefässe selbst bilden ebenfalls starke Radialgruppen. Die Markstrahlen sind zahlreich, schmal und von geschlängeltem Verlaufe.

Hymenaea Courbaril L. — Die Hauptmasse des Holzgewebes ist Libriform; Parenchym findet sich meist in der Umgebung der Gefässe und bildet entweder bogige Binden oder scheidenartige Höfe; die Gefässe sind zahlreich und stehen einzeln oder zu wenigen in Gruppen. Die Markstrahlen sind zahlreich und engzellig; sie verlaufen ziemlich gerade.

Schotia latifolia Jacq. — Der Holzkörper besteht fast ganz aus Libriform; Parenchym ist nur äusserst sparsam vorhanden und zwar in unmittelbarer Umgebung der Gefässe, selten auch schmale peripherische Streifen darstellend. Die Gefässe sind wenig zahlreich und stehen gleichmässig vertheilt, einzeln oder in kleinen Gruppen. Die Markstrahlen sind schmal, weitzellig und nur schwach geschlängelt; auch sekundäre kommen häufig vor.

Poinciana Gillesii Hk. — Das Grundgewebe besteht aus Holzfasern, ist aber ziemlich locker; von eigentlichem Parenchym ist nur wenig vorhanden, welches die Gefässgruppen mit radialer Tendenz umgiebt. Letztere sind wenigzählig und gleichmässig im Grundgewebe vertheilt; auch einzeln stehende Gefässe sind nicht selten. Die Markstrahlen, von denen auch sekundäre häufig vorkommen, haben die Breite mehrerer Zellreihen und durchsetzen den Holzkörper in grosser Zahl.

Parkinsonia aculeata L. — Im Ganzen der vorigen sehr ähnlich, aber von Parenchym fast keine Spur mehr vorhanden. Die Gefässe stehen einzeln oder in wenigzähligen, vorherschend radialen Gruppen; sie sind gleichmässig vertheilt. Die Markstrahlen verlaufen leicht geschlängelt; sekundäre sind nicht in so grosser Menge vorhanden wie bei der vorigen.

Copaifera officinalis L. — Grundgewebe dicht prosenchymatisch; Parenchym schwach entwickelt und unregelmässig vertheilt. Die Gefässe stehen zu 1—4 in radialen Gruppen. Markstrahlen schmal, weitzellig, schwach geschlängelt. — Bei *Cop. bracteata* Benth. zeigt das Parenchym nach Krah (a. a. O.) beschränkte tangentiale Ausdehnung; es bildet eine starke Lage an der Rindenseite der isolirten Gefässe, verbreitert sich seitlich über die Markstrahlen und fliesst mit den Ausläufern der benachbarten Holzparenchymschichten zusammen.

Swartziaceen.

Swartzia pinnata Willd. — Das Grundgewebe besteht aus dichtem Libriform; das Parenchym ist gut entwickelt und findet sich in kurzen und dünnen peripherischen Bändern, deren geringer Umfang durch ihre Menge ausgeglichen wird. In ihrer Mitte sind sie durch die Gefässe unterbrochen, welche sie bei ihrer Schmalheit nicht vollständig einschliessen, sondern nur an den radialen Seiten berühren können. Die Gefässe stehen fast stets einzeln und sind untereinander auffallend gleichartig. Die Markstrahlen sind schmal, stehen ungewöhnlich dicht gedrängt und weichen den Gefässen ein wenig aus.

Mimosaceen.

Albizzia elata Benth. (*Mimosa elata* Rxb.) — Das Grundgewebe ist sehr dichtes Libriform; parenchymatische Partien sind nur in der Umgebung der Gefässe, schwache Höfe bildend, bemerkbar. Die Gefässe sind sehr weit und zahlreich; sie stehen meist einzeln, aber auch in wenigzähligen, ausgesprochen radialen Gruppen. Die Markstrahlen sind zahlreich, von verschiedener Breite, und engzellig; ihr Verlauf ist ein schwach geschlängelter.

Fabricia laevigata Sm. — Die Grundmasse besteht aus Libriform; Parenchym ist fast gar nicht vorhanden. Die Gefässe stehen ziemlich oft in radialen Reihen, aber auch einzeln; sie sind je von einer einfachen bis doppelten Schicht weitzelligeren Gewebes umgeben. Die Markstrahlen sind sehr zahlreich, und mehr-, meist dreischichtig.

Acacia Neck. — Die *Acacia*arten zeichnen sich im Allgemeinen durch grosse Gleichartigkeit des gesammten Holzgewebes, namentlich durch die gleichmässige Vertheilung der meist sehr zahlreichen Gefässe aus; in Einzelheiten scheinen sie dagegen ziemlich verschieden gebaut zu sein. Bei *Ac. verek* G.P.R. findet sich innerhalb der aus Libriform bestehenden Grundmasse noch ziemlich häufiges Parenchym zu peripherischen Binden geordnet, ausserdem aber meist in nicht ganz gleichmässiger Vertheilung in der Umgebung der Gefässe. Die Markstrahlen sind mehrschichtig. Bei *Ac. umbrosa* Cunn. ist das Libriform der Grundmasse sehr locker und das Parenchym überwiegt sogar, indem es die Gefässe oder Gefässgruppen in breiten Höfen umgiebt und ausserdem noch in Form peripherischer Bänder auftritt; die Gefässe sind ziemlich zahlreich und stehen, zu sehr verschiedenzähligen Gruppen verbunden, gleichmässig vertheilt im Grundgewebe. Die Markstrahlen sind sehr schmal und engzellig. Bei *Ac. tetragona* Willd. erscheint das Parenchym in kurzen Binden, ausserdem in einzelnen radialen Zellreihen; die Gefässe sind sehr gross und häufig, einzeln stehend oder radiale Gruppen bildend; die Markstrahlen sind sehr zahlreich und schmal. Bei *Ac. speciosa* Willd. ist das Parenchym sehr unregelmässig innerhalb des Libriforms vertheilt: bald umgiebt es die Gefässe hofartig, bald tritt es nur in Gestalt schmaler, radialer Zellreihen auf. Die Gefässe sind sehr gross und stehen entweder zu wenigen in stark radial gestreckten Gruppen oder einzeln. Markstrahlen sehr zahlreich, meist sehr schmal, engzellig, vor den Gefässgruppen geschlängelt ausbiegend. (Aehnlicher Holzbau wie bei *Sesb. grandiflora* D.C., wenn auch nicht ebenso regelmässig.) Bei *Ac. binervata* D.C. ist das Parenchym nur äusserst schwach entwickelt, sonst ist auch diese Art der *Sesb. grandiflora* sehr änlich gebaut; die Gefässe stehen in Gruppen, welche auffallend radiale Tendenz zeigen. Nur die Markstrahlen sind breiter als bei *Sesbania.* Bei *Ac. homalophylla* ist fast gar kein Parenchym mehr wahrzunehmen; nur hier und da begleitet es in äusserst schwacher Entwicklung die Gefässgruppen. Die Gefässe sind gross und stehen meist in ausgesprochen radialen Gruppen; die Markstrahlen sind zahlreich, schmal, engzellig und verlaufend ziemlich gerade, vor den Gefässen nur schwach ausbiegend.

Krah (a. a. O.) führt für *Ac. albicans* Kunth und *Ac. arabica* Willd. Holzparenchymbinden von bedeutender tangentialer Ausdehnung an, in welchen die Gefässe eingebettet liegen. Bei *Ac. longifolia* Willd. und *Ac. nudiflora* Willd. ist nach Demselben die tangentiale Ausdehnung der Binden beschränkter, und bei *Ac. tortuosa* Willd. verbinden nur schmale Parenchymplatten oder -brücken in verschiedener Richtung die gefässumhüllenden Parenchympartien. Bei *Ac. Sophera* R. Br., *Ac. floribunda* und *Ac. vera* Willd. endlich fehlen die tangentialen Binden, und das Holzparenchym tritt nur als gleichmässige Umhüllung der Gefässe auf.

Prosopis spicigera L. — Das Grundgewebe besteht aus dichtem Libriform; das gleichfalls gut entwickelte Parenchym umgiebt die Gefässe beziehentlich Gefässgruppen sowohl in radialer wie in peripherischer Richtung, in letzterer sie miteinander verbindend. Die Gefässe sind entweder gross und stehen dann einzeln, oder kleiner und diesfalls zu kleinen radialen Gruppen geordnet; sie liegen stets nur innerhalb des Parenchyms. Die Markstrahlen sind zahlreich, mehrere Zellreihen breit, und schwach geschlängelt nach Art derer von *Sesb. grandifl.* DC.

Inga Plum. — Die beiden untersuchten Arten dieser Gattung weisen ziemlich abweichende anatomische Verhältnisse auf. Bei *I. xylocarpa* L. ist das Grundgewebe noch ganz engzellig; das Parenchym tritt als verhältnissmässig ebenfalls engzelliges, die Gefässe scheidenartig einschliessendes Gewebe auf. Die letzteren sind ziemlich weit und stehen entweder einzeln oder sind zu mehreren in radialer Anordnung gruppirt. Die Markstrahlen sind meist zweischichtig, weitzellig und verlaufen gerade, den Gefässen nur schwach ausweichend. — Im Holzkörper von *I. saman* Willd. ist echtes Libriform überhaupt nicht wahrzunehmen; die Grundmasse ist weitzelliger als das die Gefässe begleitende Parenchym der vorigen Art, und noch weitzelligeres Gewebe umgiebt in schmalen Höfen die Gefässe. Dieses Hofparenchym entspricht in Beziehung auf das weite Lumen seiner Zellen ziemlich vollständig dem Holzparenchym der *Herminiera.* Die Gefässhöfe oder -scheiden zeigen schwache Neigung zur peripherischen Verbreiterung. Die Gefässe stehen fast stets einzeln. Die Markstrahlen sind einschichtig und durchsetzen die Parenchymhöfe ununterbrochen; nur den Gefässen weichen sie schwach aus. — In Beziehung auf das Massen- und Lagerungsverhältniss zwischen eng- und weitzelligerem Gewebe sowie die Vertheilung der Gefässe zeigen demnach die beiden Arten trotz der sehr verschiedenen allgemeinen Konsistenz des Holzkörpers ziemliche Uebereinstimmung.

Dass die Leguminosen als eminent natürliche Familie auch in ihrem anatomischen Baue viel Verwandtes zeigen, kann nicht Wunder nehmen, und bereits Schacht führt in dieser Beziehung einige übereinstimmende Merkmale an. Er sagt[1]): „Das Holz der holzartigen Leguminosen scheint sich in allen Fällen durch die Gegenwart eines sehr entwickelten, bandartig angeordneten Holzparenchyms, meist auch durch kurze und verhältnissmässig breite Markstrahlen, sowie durch weite Gefässe auszuzeichnen. Der Verlauf der Holzzellen und der Gefässe ist in letzterem Falle ein geschlungener.“ — Es war der Zweck der den vorstehenden Zeilen zu Grunde liegenden Untersuchungsreihe, zur Prüfung und Vervollständigung dieser Angaben einen Beitrag zu liefern, und dies ist zugleich der Grund, warum bei meinen Beobachtungen das Verhalten der betr. Arten in Bezug auf die Bildung von Jahresringen, als ein lediglich von den klimatischen Verhältnissen abhängiges anatomisches Merkmal, gänzlich ausser Acht gelassen ist. Dass diese, sowie die sonstigen besonderen Lebensbedingungen ihren Einfluss auf die Zusammensetzung des Holzkörpers auch in anderer Beziehung nicht verleugnen werden, lässt sich von vornherein mit grosser Wahrscheinlichkeit annehmen; gleichwohl ist es, wie ich glaube, nicht zu verkennen, dass auch die systematische Verwandtschaft in den Eigenthümlichkeiten des anatomischen Baues ihren Ausdruck findet, und dies vielleicht gerade bei den Leguminosen in besonders hervorragendem Grade. Die allgemeine Aehnlichkeit fast aller hierher gehörigen Hölzer in der Vertheilung und im Baue der Gefässe und Markstrahlen erstreckt sich z. B. fast bis auf die Grösse der einzelnen Zellen. Inwieweit die einzelnen anatomischen Aehnlichkeiten und Abweichungen mehr auf die Einflüsse des natürlichen Verwandtschaftsgrades oder der angedeuteten biologischen Momente zurückzuführen sind, ist eine Frage für sich, zu deren Lösung jedesfalls die genaueste Kenntniss und Berücksichtigung der letzteren erforderlich sein würde; zweifellos lässt sich bei den Leguminosen da, wo Beides entsprechend zusammenwirkt, wie z. B. bei den im Wasser lebenden *Aeschynomene*-Arten und der *Herminiera*, eine ausserordentlich weit gehende Uebereinstimmung auch in der Anatomie des Stammes feststellen.

Einstweilen kann man den Holzbau der vorstehend von mir in Betracht gezogenen Leguminosen-Arten auf folgende Haupttypen zurückführen, die jedoch durch zahlreiche Uebergänge miteinander verbunden sind:

---

1) Der Baum. Berlin 1853. S. 209.

I. Typus.

Die Anordnung der verschiedenen Gewebselemente zeigt **tangentiale** Tendenz.

A. Das Grundgewebe ist parenchymatisch; das Libriform tritt innerhalb desselben in peripherischen Binden auf.

1. Die Gefässe liegen in den Libriformbinden:

Herminiera Elaphroxylon G.P.R.; *Aechynomene paludosa* Rxb.; *Amerimnum* sp.? (Hallier).

2. Die Gefässe liegen im parenchymatischen Grundgewebe:

Aeschynomene aspera Willd., *Aesch. indica* L., *Aesch. Sellowii* Vgl., *Ae. sensitiva. Erythrina crista galli* L.

B. Das Grundgewebe besteht aus Libriform; das Parenchym bildet peripherische Binden. (Oder das Grundgewebe ist zwar parenchymatisch, enthält aber Binden aus noch weitzelligerem Parenchym.) Die Gefässe liegen wenigstens zum Theil stets innerhalb der Binden. Hierher:

(Papilionaceen:) *Pterocarpus marsupium* Rxb., *Pt. suberosus* Pers, nach den Angaben Krah's auch *Pt. santalinus* L. fil. und *Pt. Draco* L.; *Dalbergia latifolia* Rxb., *D. sissoo* Rxb., *D. ouigeinensis* Rxb.; *Pongamia glabra* Vent.; *Sophera microphylla* L. und *S. japonica* L. (letztere bildet einen Uebergang zum Typus II.); *Cercis canadensis* L.; *Robinia Pseudacacia* L., *R. viscosa* Vent., *R. rosea* (nach Krah). *Callistachys ovata* Sims.; *Oxylobium callistachys* Benth. Ferner nach Krah *Cytisus odorus.*

(Caesalpiniaceen:) *Gleditschia triacanthos* L., *Gl. horrida* Willd.; *Haematoxylon brasiletto* Krst., *H. campechianum* L.; *Tamarindus indica* L. (nach Krah); *Cassia fistula* L., *C. Roxburghii* D.C.; *Dicorynia paraensis* Benth.; *Bauhinia frutescens* Lam., *B. purpurea* L., *B. reticulata* D.C., *B. retusa* Rxb.; *Eperua falcata* Aubl.; *Brownea grandiceps* Jacq.; *Hymenaea courbaril* L.; nach Krah auch *Copaifera bracteata* Benth. und *Caesalpinia Sappan* L. — *Gymnocladus canadensis* L. und *Ceratonia siliqua* L. zeigen Uebergänge zum Typus III A bezw. II.

(Swartziaceen:) *Swartzia pinnata* Willd.

(Mimosaceen:) *Fabricia laevigata* Sm.; *Acacia tetragona* Willd. und *A. umbrosa* Cunn., (nach Krah auch *A. albicans* Kunth, *A. arabica* Willd., *A. nudiflora* Willd., *A. longifolia* Willd., *A. tortuosa* Willd.); *Prosopis spicigera* L.

II. Typus.

Die Anordnung der verschiedenen Gewebselemente zeigt **radiale** Tendenz.

Die Grundmasse besteht hier fast immer aus **Libriform**, jedesfalls aus dem relativ dichteren Gewebe; das Parenchym bildet radial-gestreckte Gruppen; in diesen liegen die Gefässe, welche, wenn sie nicht einzeln stehen, selbst zu Radialgruppen vereinigt sind. Hierher:

(Papilionaceen:) *Sesbania grandiflora* D.C.; *Aeschynomene sulcata* H.B. und *Ae. americana* L.

(Caesalpiniaceen:) *Poinciana Gillesii* Hk. (Uebergang zu III B.)

(Mimosaceen:) *Acacia binervata* D.C. (Uebergang zu III B).

Zwischen den Typen I und II hält die Mitte der

III. Typus.

Das Grundgewebe besteht aus Libriform, während das Parenchym die Gefässe von allen Seiten **gleichmässig** umgiebt.

A. Das Parenchym bildet deutliche Scheiden um die Gefässe. (Zuweilen ist die Grundmasse hier auch parenchymatisch, aber dann nicht so weitzellig wie das Parenchym der Scheiden). Hierher:

(Papilionaceen:) *Virgilia capensis* Lam.; *Cercis siliquastrum* L.; *Robinia caragana* L.; *Jacksonia scoparia* R.Br. (Uebergang zu Typus I B); *Viminaria denudata* Sm. — Nach Krah auch: *Cytisus Laburnum*, *Genista tinctoria*, *Sarothamnus scoparius*, *Spartium scoparium*.

(Caesalpiniaceen:) *Cassia speciosa* H.B.; *Schotia latifolia* Jacq. (mit schwacher Andeutung des Uebergangs zu I B); *Copaifera officinalis* L. (Uebergang zu B). — Nach Krah auch *Caesalpinia echinata* Lam.

(Mimosaceen:) *Albizzia elata* Benth.; *Acacia speciosa* Willd., nach Krah auch *Ac. Sophera* R.Br., *Ac. floribunda* und *Ac. vera* Willd.; *Inga saman* Willd. (mit schwacher Neigung zur peripherischen Verbreiterung der Scheiden) und *I. xylocarpa* L.

B. Das Parenchym ist äusserst schwach entwickelt und fehlt an vielen Gefässen ganz. Gefässe und Markstrahlen sind besonders zahlreich und stehen dicht gedrängt. Hierher:

(Papilionaceen:) *Amorpha fruticosa* L.; *Aeschynomene* sp.? (Bresl. Bot. Mus.); *Virgilia lutea* Mich.

(Caesalpiniaceen:) *Caulotretus heterophyllus* Bieb. und *C. scandens* L.; *Parkinsonia aculeata* L.

(Mimosaceen:) *Acacia homalophylla* Cunn.

Eine ähnliche Uebersicht wie die obige hat in seiner mehrfach angeführten Abhandlung auch Krah über Dikotylenhölzer aus den verschiedensten Familien gegeben; aber seine Eintheilung geht wie überhaupt die ganze Arbeit von rein physiologischen Gesichtspunkten aus, während es sich mir hauptsächlich um die der systematischen Verwandtschaft entsprechenden morphologischen Merkmale, also um eine im eigentlichen Sinne vergleichend-anatomische Betrachtung handelte. Immerhin lässt sich aus der obigen Tabelle einiges Bemerkenswerthe ersehen; so muss die grosse Uebereinstimmung des anatomischen Baues auffallen, welche einzelne Familien, wie die Dalbergieen, oder Gattungen, wie die Bauhinien und Cassien, im Gegensatz zu anderen in ihren Arten zeigen, sofort auffallen. Bemerkenswerth ist z. B. auch, wie stark gerade unter den Caesalpiniaceen der Bänder-Typus (I B) vertreten ist. Dass übrigens die „Gegenwart eines sehr entwickelten, bandartig angeordneten Holzparenchyms“ nicht etwa eine Eigenthümlichkeit der holzartigen Leguminosen ist, geht aus den von Krah angeführten Beispielen anderen Familien angehöriger Hölzer hinlänglich hervor; nur kommt diese Bauart hier besonders häufig und ausgebildet vor, und könnte im Verein mit anderen Merkmalen deshalb wohl zur Erkennung und systematischen Unterscheidung dienen. Indess ist das von mir untersuchte Material ja verhältnissmässig noch äusserst gering; es kann höchstens zur vorläufigen Orientirung dienen und müsste noch sehr bedeutend vervollständigt werden, ehe man daran gehen könnte, bestimmte Schlüsse daraus zu ziehen; zu Letzterem schon jetzt den Versuch zu machen, wäre um so gewagter, als ich bei den Untersuchungen vorzugsweise leichte bezw. locker gebaute Hölzer berücksichtigt habe.

Für die von Krah a. a. O. ausgesprochene Ansicht, dass Holzparenchym, Gefässe und Markstrahlen stets ein einziges, zusammenhängendes physiologisches System bilden, liefern die vorstehenden Untersuchungen fast ausnahmslos weitere Belege.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. *Herminiera Elaphroxylon* G.P.R. Stück eines Sehnenlängsschnittes durch das Holz, ausser der pallisadenartig angeordneten parenchymatischen Grundmasse (den „Pallisadentracheiden“) nur kleine (einfache) Markstrahlen (*st*) zeigend. — Vergr. 40/1.

„ 2. *Herminiera Elaphroxylon* G.P.R. Stück eines Querschnittes durch das Holz, ein Sklerenchymfaserband mit eingeschlossenem Gefässe und durchsetzt von einigen kleinen Markstrahlen zeigend; ringsum Pallisadentracheiden. — Vergr. 110/1.

„ 3. *Herminiera Elaphroxylon* G.P.R. Sehnenlängsschnitts-Ansicht des Holzkörpers. *sk* Sklerenchymfaserband, *St* grosser (zusammengesetzter) Markstrahl. — In natürlicher Grösse.

Fig. 4. *Herminiera Elaphroxylon* G.P.R. Sehnenlängsschnitt durch das Holz, in der Mitte einen grossen (zusammengesetzten) Markstrahl in der Querschnittsansicht zeigend. *Sg* Markstrahlgefässe, *Sp* Strahlenparenchym; *pt* Pallisadentracheiden des Holzes, *st* kleiner (einfacher) Markstrahl. Die dunklen Partien stellen desorganisirtes Gewebe dar. — Vergr. 110/1.

„ 5. *Herminiera Elaphroxylon* G.P.R. Querschnitt durch das Holz, in der Mitte ein zusammengesetzter Markstrahl in der Längsschnittsansicht. *Sg* Strahlengefässe, *Sp* Strahlenparenchym; *pt* Pallisadentracheiden des Holzes. — Vergr. 110/1.

„ 6. *Herminiera Elaphroxylon* G.P.R. Querschnitt durch einen lysigenen Gummigang, in welchem zum Theil noch Reste der verschleimten Zellwände in ihrer Struktur erkennbar sind, und das umgebende unveränderte Holzgewebe. Die rundlichen Körperchen in dem Gummigange sind Stärkekörner. — Vergr. 75/1.

„ 7. *Herminiera Elaphroxylon* G.P.R. Stück eines Querschnittes durch die ausgewachsene Wurzel. In der Mitte der aus Pallisadentracheiden bestehenden Grundmasse ein aus englichtigeren Prosenchymzellen bestehendes peripherisches Band mit eingeschlossenem Gefässe, den Sklerenchymfaserbändern des Stammholzes entsprechend. — Vergr. 110/1.

„ 8. *Herminiera Elaphroxylon* G.P.R. Stück eines Sehnenlängsschnittes durch die ausgewachsene Wurzel. Inmitten der aus Pallisadentracheiden bestehenden Grundmasse ein grosser (mehrreihiger), aber einfacher (gleichmässig aus Parenchym bestehender) Markstrahl. — Vergr. 110/1.

„ 9. *Aeschynomene* sp.? Querschnitt durch das Holz. *sk* Sklerenchymfasern, welche die Grundmasse bilden, dazwischen zahlreiche grosse Gefässe und kleine Markstrahlen *st* von geschlängeltem Verlaufe. Die Wände der Sklerenchymfasern sind etwas dünner gezeichnet, als sie in Wirklichkeit sind. — Vergr. 110/1.

„ 10. *Aeschynomene* sp.? Ein anderes Stück des im vorigen Bilde z. Th. dargestellten Schnittes in stärkerer Vergrösserung (260/1). *ge* gerbstoffführende Holzfaser.

„ 11. *Aeschynomene* sp.? Sehnenlängsschnitt durch das Holz. Bei *p*, in der Nähe eines Gefässes, das Holzparenchym innerhalb der prosenchymatischen Grundmasse durch einige wenige mit Querwänden versehene Zellen angedeutet. *st* Markstrahl in der Querschnittsansicht, *st'* ein ebensolcher von der Seite gesehen; dass sich beide Ansichten auf demselben Bilde vereinigt finden, wird durch den geschlängelten, den Gefässen ausweichenden Verlauf der Markstrahlen bewirkt. Der grösseren Deutlichkeit halber sind bei *st'* die sonst durch doppelte Ränder bezeichneten Zellwände durch einfache dicke Striche dargestellt. — Vergr. 110/1.

„ 12. *Erythrina crista galli* L. Sehnenlängsschnitt durch den Holzkörper in einer Gefässzone. Grundmasse aus Pallisadentracheiden und grossen einfachen Markstrahlen bestehend, dazwischen ein Gefäss, das einen durch die starke Entwicklung der Markstrahlen hervorgerufenen hin- und hergekrümmten Verlauf zeigt. Die Tüpfelung auf den Querwänden der Markstrahlen ist weggelassen. Die hinteren Gefässwände sind nur so weit gezeichnet, wie sie bei der Herstellung des Schnittes zufällig mitgerafft wurden. — Vergr. 40/1.

„ 13. *Erythrina crista galli* L. — Sehnenlängsschnitt durch den Holzkörper in einer Faserbandzone. Die Uebergangszellen an der Grenze des durch den Schnitt getroffenen Sklerenchymfaserbandes gegen die aus Pallisadentracheiden bestehende Grundmasse sind zum grossen Theile in gefächerte Krystallschläuche umgewandelt. — Vergr. 55/1.

42. P. Ascherson: Forskal über die Metamorphose der Pflanze.

Eingegangen am 27. Juni 1884.

Der Ruhm des skandinavischen Naturforschers PETER FORSKAL (1736—1763) als wissenschaftlicher Reisender, namentlich als botanischer Systematiker und Pflanzengeograph, ist fest begründet. Weniger bekannt dürfte sein, dass die aus seinen auf der Reise gemachten Aufzeichnungen von JOH. ZOEGA zusammengestellte 1775 erschienene Flora Aegyptiaco-Arabica auch beachtenswerthe Beiträge zur Physiologie und Morphologie der Pflanzen enthält.

Während meines wiederholten Aufenthaltes in Aegypten, dem Lande in welchem die Hälfte der in dem genannten Werke niedergelegten Beobachtungen gemacht wurde, habe ich oft Gelegenheit gehabt, FORSKAL's Beschreibungen mit seinen Vorlagen zu vergleichen und wurde häufig durch die Genauigkeit der Beobachtung und der Sicherheit der Deutung auch bei complicirten und ungewöhnlichen Structurverhältnissen in Erstaunen versetzt. Bei dieser Gelegenheit habe ich z. B. die in ihrer Art vortreffliche Beschreibung der kleistogamischen Blüthen von *Ajuga Iva* (L.) Schreb. (*Moscharia pinnatifida* Forsk. l. c. p. 158) entdeckt, auf die ich vor einigen Jahren (Sitzber. Ges. Naturf. Freunde. Berlin 1880, S. 102) hingewiesen habe. Ein anderes Mal fiel mir folgende, in dem gedachten Werke p. 101 abgedruckte Stelle auf:

Corchorus olitorius. Arab. *Melochia.*

OBS. Singularem *Abortum* hujus Corchori reperi *Rosettae.* Flores omnes petalorum loco habebant parva folia viridia, serrata, caulinis similia; adeo ut seta quoque ad infimam serraturam distincta in quibusdam; in aliis non. An hoc evincit; Petala florum vera esse folia caulina, quae ligneam materiam attenuando deposuerunt? Flos est compendium tantae caulis massae, quantae foliorum habet. In hoc Corchoro calycina folia non serrata; an ex stipulis oriuntur. Forte flores sine calyce gignantur ex foliis quae stipulas non habent. Sant genera e. g. *Cistus*, ubi aliae species stipulis gaudent, aliae non, sed in his delitescunt in rudimento. In hoc *Filamenta* erant longa; antherae puniceae, incumbentes. *Capsula* magna; saepe latere rupta: singulis dissepimentis intus utrinque serrato-imbricatis; quasi et haec e foliis serratis fuissent orta.

Als ich diese Beschreibung einer an den Blüthen der bekannten, in Aegypten vermuthlich seit grauer Vorzeit cultivirten Gemüsepflanze beobachteten Vergrünung und die daran geknüpften Bemerkungen zum ersten Male las, konnte ich mich des Eindruckes nicht erwehren, dass Forskal's morphologische Interpretation der Blüthe derjenigen nahe verwandt sei, welche zuerst einige Jahre später von dem grossen Berliner Physiologen Caspar Friedrich Wolff klar ausgesprochen wurde[1]), aber fast unbeachtet blieb, bis nach einem Vierteljahrhundert Deutschlands grösster Dichter auf ganz anderem Wege zu ähnlichen Anschauungen gelangte und diese Lehre von der „Metamorphose der Pflanze“ allmählich auch bei den Botanikern zur Geltung brachte.

Die kurze, aphoristische Darstellung Forskal's, erklärlich und entschuldbar in Aufzeichnungen, die nur für den Verfasser selbst als Grundlage späterer Ausarbeitungen bestimmt waren, macht es unmöglich, einen zwingenden Beweis zu führen, wie der verdienstvolle Forscher selbst seine Lehre über das Verhältniss der Blüthe zum vegetativen Theile der Pflanze in einer ausführlichen Veröffentlichung präcis formulirt haben würde. Ich denke aber, wenn wir auch berücksichtigen, was — in diesem Falle sehr bedeutungsvoll — in Forskal's Notizen nicht zu finden ist, werden wir mit ziemlicher Sicherheit seine Auffassung feststellen können.

Forskal war wohl der hervorragendste Zögling der Linné'schen Schule. Der grosse schwedische Naturforscher lehrte aber über die uns beschäftigende Frage „zwei neben- und durcheinanderlaufende, wenigstens [Anfangs] . . . . ganz unvermittelte [später nur] künstlich und gewaltsam vereinigte Theorien“, (Wigand, l. c. S. 28, 30, 31), die in der Geschichte der Morphologie unter dem Namen der Metamorphosis und der Prolepsis bekannt sind. Die erstere, dargestellt in der Dissertation „Metamorphosis plantarum“ Amoen. academ. IV. p. 368 sq. (5. Januar 1755) sucht die concentrischen Blattkreise der Blüthe (wie wir uns heut ausdrücken) mit den ebenfalls concentrischen Gewebezonen des Stammes in genetische Beziehung zu bringen, den Kelch mit der Rinde, die Corolla mit dem Baste, die Staubgefässe mit dem Holze, das Pistill mit dem Marke und vergleicht (woher der Name) die Entfaltung der Blüthe, in der diese im Stengel verborgenen Elemente auffällig zu Tage treten sollen, mit der Metamorphose des Schmetterlings aus der unscheinbaren Raupe. Die zweite, erläutert in der Dissertation „Prolepsis plantarum“ l. c. VI p. 324 sq. (22. Dec. 1760) erklärt dieselben Blattkreise im Sinne der damals herrschenden, erst durch die entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen Wolff's in ihrer Geltung erschütterten Evolutionstheorie für Produktionen mehrerer von einander abstammender, eigentlich für ebensoviel Jahrgänge bestimmter, aber für die Erfüllung des Fortpflanzungszweckes vorweg genommener Sprossgenerationen. Es würde zu weit führen, hier in die Beurtheilung dieser Theorien einzugehen, deren zweiter wenigstens „die gesunde naturgemässe Idee“[1]) (Wigand, a. a. O. S. 31) zu Grunde liegt, dass die Kelch- und Blumenblätter, die Staubgefässe und der Stempel aus veränderten Blättern hervorgehen. Dass beide Theorien Forskal wohl bekannt waren, kann nicht bezweifelt werden, obwohl die Dissertation über die Prolepsis erst einige Wochen nach Antritt seiner Reise veröffentlicht wurde. Die betreffende Lehre ist ja auch schon in der Dissertation über die Metamorphosis mit hinlänglicher Deutlichkeit ausgesprochen. Dennoch vermissen wir in der Aufzeichnung des jugendlichen und doch so scharf beobachtenden und so selbständig urtheilenden Forschers jeden Hinweis auf die beiden Theorien seines gefeierten Lehrers.

---

[1]) Vgl. Wigand, Kritik und Geschichte der Lehre von der Metamorphose der Pflanze. Leipzig 1846. S. 33 ff. Alfr. Kirchhoff, Die Idee der Pflanzen-Metamorphose bei Wolff und bei Göthe. Berlin 1867, S. 10. J. Sachs, Geschichte der Botanik. S. 167, 168.

Auf die Identification der vergrünten Blumenblätter mit den normalen Laubblättern dürfen wir umsoweniger Gewicht legen, als schon mehrere frühere Forscher, wie Joachim Jung (vgl. Wigand, a. a. O. S. 24) und Chr. G. Ludwig (a. a. O. S. 27) durch die Betrachtung der Vergrünungen zu ähnlichen Schlüssen, wie sie ja auch Linné „zufällig“ zog, gelangt waren. Von entscheidender Bedeutung ist aber Forskal's Satz: Flos est compendium tantae caulis massae, quantae foliorum habet, welchen ich folgendermassen übersetze: „Die Blüthe ist die Zusammendrängung (wenn wir statt dieses concreten Ausdrucks den abstracten „Inbegriff“ setzen, würde das Ergebniss das nämliche bleiben) von so viel Stengelmasse, als sie Blattmasse hat, was wohl kaum anders zu verstehen ist als „als zu den in ihr enthaltenen Blättern gehört“ oder, in unserer Sprache zu reden „die Blüthe ist eine Zusammendrängung einer Anzahl Internodien mit den zu ihnen gehörigen Bättern, ein beblätterter Spross.“ Interpretire ich diesen fundamentalen Sitz richtig, so enthält er gerade das, was der Linné'schen Prolepsis-Lehre zu der klaren Wolff-Goethe'schen Theorie der Blüthe fehlt, zu der sich die gekünstelte Einschachtelungstheorie Linné's ungefähr so verhält, wie die ebenso gekünstelte Epicyclen-Theorie Tycho de Brahe's zu der einfachen Klarheit der Lehre des Copernicus.

Das „attenuando“ erinnert entschieden an Wolff's „vegetatio languescens“ und vielleicht noch mehr an Goethe's „Verfeinerung.“

Offenbar hatte Forskal eine Vergrünung vor sich, von der Kelch und Staubblätter verhältnissmässig wenig berührt waren, während Blumen- und Fruchtblätter den Laubblättern so ähnlich geworden waren, dass die ersteren selbst jene für die cultivirte *Meluchia* so charakteristischen Schnurrbart-ähnlichen Haarspitzen der untersten Sägezähne darboten. Es ist verständlich, wie unser Forscher dadurch zu jener Herleitung des Kelches aus Stipulis geführt wurde, die selbst gegen die Prolepsis-Lehre LINNÉ's einen Rückschritt darstellt. Er macht sich allerdings selbst den Einwand, dass bei einigen Gattungen, wie bei dem damals noch nicht von *Cistus* getrennten *Helianthemum* Stipulae bald vorhanden sind, bald fehlen[1]), beseitigt ihn indess, ganz im Sinne der neueren Morphologie durch die Annahme des „congenitalen Abortus“ indem er sagt: „sie bleiben in der ersten Anlage verborgen.“

---

[1]) Ich finde diesen Ausspruch Wigand's berechtigter als das Urtheil Kirchhoff's (a. a. O., S. 31, 32: „Auf lockere Analogieschlüsse hin waren ja die Linnäaner bisweilen schon zu zufälliger Weise ähnlichen, eben nur wegen Impotenz des Beweises werthlosen Anschauungen gelangt.“

Wir dürfen über diesen Fehlgriff nicht allzu streng urtheilen. Gelangte doch WOLFF in seiner ein Jahr vor FORSKAL's Reiseantritt veröffentlichte Dissertation „Theoria generationis“ aus seinen entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen zu Resultaten, die noch weit mehr von dem Richtigen abweichen, indem er zunächst nur die Kelchblätter der Bohne für einen Blattkreis, die Stamina für deren Axillarknospen, das Pistill für die metamorphosirte Axenspitze, die Corolla aber für ein später auftretendes (wir würden heut sagen Discus-) Gebilde erklärte. Dies Ergebniss ist gewissermassen vorbildlich für die Ergebnisse der reinen, durch keine Vergleichung verwandter Formen und teratologischer Ergebnisse controllirten entwicklungsgeschichtlichen Methode. Es ist daher sehr charakteristisch, dass KIRCHHOFF, dem diese Methode das Höchste ist, a. a. O. S. 31 urtheilt: „Nicht der Ausspruch der Identität aller Blattorgane in seinen späteren Schriften, sondern der 1759 geführte Nachweis der gleichartigen Bildung sämmtlicher Blüthengebilde nach Art eines Laubblattes vom Uranfang des sich erhebenden Wärzchens an — dies ist das Hauptverdienst des Berliner Physiologen.“ Für die Gesammt-Entwicklung der Botanik mag dieser Ausspruch eine gewisse Wahrheit enthalten. Für die morphologische Interpretation der Blüthe wäre es aber verhängnissvoll gewesen, wenn WOLFF auf dem ausschliesslich ontogenetischen Standpunkt der Theoria generationis stehen geblieben wäre und es war ein fundamentaler Fortschritt, dass er durch die Analogie verschiedener systematischer Gruppen und durch die Betrachtung der Vergrünungen, also durch Anwendung der vergleichenden und der teratologischen Methode zu den Anschauungen gelangte, zu denen GOETHE nur durch Verfolgung dieser beiden Wege kam.

Dass FORSKAL die Dissertation WOLFF's, in der die oben erläuterte Lehre vorgetragen wird, gekannt haben sollte, ist nicht wahrscheinlich; als der Petersburger Akademiker 1767 seine Ueberzeugung von der Blatt- oder Axennatur sämmtlicher Organe der Pflanze klar aussprach, barg der heisse Boden des „glücklichen Arabiens“ schon mehrere Jahre die Reste des hochverdienten Märtyrers.

---

[1]) Vgl. STENZEL, Jahresber. der schles. Gesellschaft für vaterländ. Cultur 1882. Breslau 1883, S. 224 ff.

Es bedarf wohl keiner Erläuterung, dass ich die Aufmerksamkeit auf FORSKAL's Aeusserung nicht deshalb gelenkt habe, um ihm einen Prioritäts-Anspruch WOLFF gegenüber zu vindiciren. Es scheint mir überhaupt unzutreffend, bei gleichzeitigen und selbst durch mehrere Jahrzehnte getrennten Leistungen, wie hier zwischen WOLFF und GOETHE auf die Priorität Gewicht zu legen, falls nur die Selbständigkeit des späteren Forschers nachzuweisen ist, worüber ja in diesem Falle ebensowenig ein Zweifel bestehen kann als über die FORSKAL's. Dass eine neue fruchtbare Idee — gleichzeitig oder auch successiv — bei mehreren bevorzugten Geistern auftaucht, die auf ganz verschiedenen Wegen an das gleiche Ziel gelangen, ist in der Geschichte der Wissenschaft keine vereinzelte Erscheinung. Das Verdienst des Einzelnen wird nicht geringer, wenn er es mit Anderen theilt. Es schien mir aber von Interesse, dass Anschauungen, wie die von WOLFF und GOETHE auch bei einem eigensten Schüler LINNÉ's unverkennbar nachzuweisen sind.

Sitzung vom 25. Juli 1884.

Vorsitzender: Herr A. W. Eichler.

Zu ordentlichen Mitgliedern werden proklamirt die Herren:

Pfuhl, Dr. **Fritz** in Posen.
Warburg, Dr. **O.** in Tübingen.
Errera, Dr. **Léo** in Brüssel.
Klein, Dr. **Ludwig** in Strassburg.
Müllenhoff, Dr. **Karl** in Berlin.
Dohrn, Professor Dr. in Neapel.
Korschelt, Dr. in Leipzig.
Mattirolo, Dr. **O.** in Turin.

Zum ausserordentlichen Mitglied wird proklamirt:

Herr **Potonié**, Dr. **H.** in Berlin.

Als ordentliche Mitglieder werden vorgeschlagen die Herren:

Dr. **Carl Schumann**, II. Custos am königl. botan. Museum zu Berlin, Schöneberg, Hauptstr. 8 (durch Urban und Eichler).

Dr. **Heinrich Schenck**, botan. Institut in Bonn a. Rh. (durch Strasburger und Eichler).

Dr. **H. G. Holle**, Lehrer an der Realschule in Bremerhafen (durch Reinke und Falkenberg).

Dr. **M. Möbius** in Heidelberg, Plöckstr. 89 pt. (durch Schwendener und Westermaier).

Cand. **Wahrlich** in Moskau, z. Z. in Strassburg i. Els., Heuwage 4 (durch Kny und Urban).

Dr. **Max Hobein**, approb. Pharmaceut aus Schwerin, z. Z. Assistent bei Prof. Radlkofer in München (durch Radlkofer und Eichler).

Herr **Schweinfurth** (Cairo), als Gast, legte eine Anzahl botanischer Objekte (Todtenkränze, Opfergaben und einzelne abgeschnittene Blüthen) aus den Mumienkästen altaegyptischer Könige vor, die trotz ihres fast 4000 jährigen Alters zum grössten Theile noch in ihren natürlichen Farben erhalten waren.

General-Versammlung

der

Deutschen Botanischen Gesellschaft

am 17. September 1884 in Magdeburg.

Laut Beschluss der vorjährigen Versammlung der Gesellschaft in Freiburg i. Br. soll die diesjährige

Zweite General-Versammlung der Deutschen Botanischen Gesellschaft

wiederum, wie im vorigen Jahre, einen Tag vor Beginn der Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte an demselben Orte, welchen auch die Letzteren für ihre Zusammenkunft gewählt haben, stattfinden.

Der Unterzeichnete erlaubt sich hiernach zur Kenntniss der Mitglieder zu bringen, dass die erste Sitzung der diesjährigen General-Versammlung der Gesellschaft

am 17. September, Mittags 12 Uhr in Magdeburg

beginnen wird.

Für die Sitzungen der Gesellschaft wird daselbst in den Räumen

des Realgymnasiums und der Oberrealschule,

welche sich in ein und demselben Gebäude befinden, ein Local vorbehalten bleiben. Ein Anschlag am Eingange dieses Gebäudes — Albrechtstrasse — wird hierüber das Nähere bringen.

Bezüglich der Tages-Ordnung wird auf § 15 des Reglements — Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, Bd. I, S. 19 — hingewiesen und noch besonders darauf aufmerksam gemacht, dass die geschäftlichen Angelegenheiten der Gesellschaft — Berichterstattungen, Wahlen, Abstimmungen über Anträge u. s. w. — schon in der ersten Sitzung zur Verhandlung kommen.

Von Anträgen, welche einem Beschlusse der Gesellschaft unterliegen und schon vorher in den Sitzungsberichten zu veröffentlichen sind, ist der nachfolgende eingegangen, der hierdurch conform der Bestimmung § 15, *e*, des Reglements zur Kenntniss der Mitglieder gebracht wird.

Der Antrag bezweckt einen erläuternden Zusatz zu § 20 unseres Reglements hinzuzufügen und lautet:

> „Die Unterzeichneten beantragen, die General-Versammlung der Deutschen Botanischen Gesellschaft wolle beschliessen:
>
> Als Zusatz zu § 20 des Reglements ist einzufügen:
>
> Die Mitglieder der Redactions-Commission sind verpflichtet, die ihnen zur Prüfung bezw. zum Referiren vorgelegten Arbeiten bis zur Veröffentlichung desjenigen Heftes, in welchem sie erscheinen, als Manuskript zu betrachten.“

Schenk, Luerssen, Ambronn, Fischer, Tschirch, J. Brunchorst, H. Möller, A. Zimmermann, G. Krabbe, G. Volkens, Garcke, Pringsheim, Frank, Eichler, Schwendener, O. Müller, C. Müller.

Die Motive für diesen Antrag sind:

Es kann vorkommen — und dieser Fall ist bereits einmal eingetreten — dass ein Mitglied der Redactions-Commission, welchem vom Vorsitzenden ein zur Publication in den Sitzungsberichten bestimmtes Manuskript zur Berichterstattung bezw. zum Referiren übergeben wird — Reglement § 15 und 20 — über denselben Gegenstand, der in jenem Manuskripte abgehandelt wird, eigene, ältere, noch unveröffentlichte Untersuchungen besitzt. Das Verfahren, welches in diesem Falle das Redactionsmitglied einhalten soll, ist in unserem Reglement nicht besonders vorgeschrieben. Die Antragsteller wollen aber, dass dasselbe ausdrücklich und reglementsmässig festgestellt werde und verlangen in dem beantragten Zusatze, zu § 20 des Reglements, dass das betreffende Redactionsmitglied bei einer derartigen Collision fremder und eigener Arbeit gehalten sein soll, seine eigenen Untersuchungen bis nach erfolgter Publication des ihm übergebenen Manuskriptes unveröffentlicht zurückzuhalten.

Ausserdem liegt bis jetzt nur noch ein motivirter und von der nöthigen Anzahl von Mitgliedern unterzeichneter Antrag auf Ernennung von Ehrenmitgliedern und von Correspondirenden Mitgliedern vor.

Pringsheim,
z. Z. Präsident der Gesellschaft.

Mittheilungen.

43. G. Lagerheim: Ein neues Beispiel des Vorkommens von Chromatophoren bei den Phycochromaceen.

Eingegangen am 28. Juni 1884.

Der erste, der bei einer zur Klasse der Phycochromaceen gehörenden Alge Chromatophoren angetroffen hat, ist Zopf, der in seinem bekannten Werke „Zur Morphologie der Spaltpflanzen pag. 49 (Leipzig, 1882)“ eine zu den Sirosiphonaceen gehörende neue Gattung, *Phragmonema*, beschreibt. Bei der einzigen Art dieser Gattung, *P. sordidum* Zopf, ist der Farbstoff an ein eigenes Chromatophor gebunden, das die Form eines anastomosirenden Bandes hat. Diese Alge ist seitdem von Schmitz untersucht worden, der ausserdem bei derselben einen Zellkern gefunden hat (conf. Schmitz, „Die Chromatophoren der Algen“ (Bonn, 1882, pag. 9, 175). In Folge dieser zwei Charaktere (das Vorkommen von Chromatophoren und Zellkern) meint Schmitz, dieselbe sei unter den Phycochromaceen einsam dastehend und von den übrigen hierher gehörenden abweichend, warum er sie zu den „Bangiaceen“ stellt.

Der zweite, der eine mit Chromatophor versehene Phycochromacee fand, war Tangl, der in seinem Werke: „Zur Morphologie der Cyanophyceen“ (Wien, 1883), eine neue zu den Oscillariaceen gehörende Gattung, *Plaxonema*, beschreibt, deren einzige bekannte Art, *P. oscillans* Tangl, ein scheibenförmiges, blaues Chromatophor hat.

Phragmonema sordidum Zopf steht also in Betreff des Chromatophors nicht einsam unter den Phycochromaceen.

In den folgenden Zeilen werde ich einen neuen Beitrag zur Kenntniss von dem Vorkommen von Chromatophoren bei den blaugrünen Algen liefern.

In Rabenhorst's Flora Europaea Algarum, t. III, pag. 417 heisst es in der Diagnose der *Glaucocystis Nostochinearum* Itzigs. „cellulis . . . . . . vesiculis oblongis pallidioribus et nucleo distincto farctis.“

Da diese Beschreibung und die beigefügten Figuren darauf hindeuteten, dass nicht der ganze Zellinhalt gleichmässig gefärbt sei, sondern der Farbstoff möglicherweise an ein Chromatophor gebunden sei, so nahm ich mir vor, das Verhältniss näher zu untersuchen. Die zu untersuchenden Exemplare wurden auf „Lassby Backar“ bei Upsala eingesammelt.

Glaucocystis Nostochinearum Itzigs. sieht den Arten der Palmellaceen-Gattung *Oocystis* Näg. sehr ähnlich, wird aber von diesen durch den fast blauen Zellinhalt leicht unterschieden. Die Zellen, die bald einzeln, bald (2—8) zu Zellfamilien vereint vorkommen, sind oval, selten etwas eiförmig, 10—14 μ breit und 18—21 μ lang. Die Membran ist an den Enden nicht verdickt. Bei den jungen Zellen, die von der Membran der Mutterzelle noch umgeben sind, beobachtet man mit Leichtigkeit mehrere Chromatophoren. Diese sind unregelmässig bandförmig oder fadenförmig, zuweilen fast von einem gemeinsamen Punkte (Fig. 1) ausgehend, oder auch mehr unregelmässig vertheilt. Sie sind etwa 2,5 μ dick und von einer schönen blaugrünen Farbe. Der übrige Theil des Zellinhalts ist farblos. Bei den völlig ausgewachsenen Zellen haben sich die Chromatophoren in eine grosse Menge kleiner Körner getheilt, 0,5—2 μ im Diam. (Fig. 2,3.) Diese blauen Körner bilden einen bald offenen, bald geschlossenen Sack, der in einiger Entfernung von der Zellwand liegt und farblosen Zellinhalt umschliesst. Es ist mir nicht gelungen das Vorkommen eines „nucleus distinctus“ in diesem Zellinhalte zu constatiren, der doch, nach der Beschreibung in Rabenhorst's Flora Europaea Algarum, vorhanden sein sollte. Auch in „Die Algen Europas“ No. 1935 sagt Rabenhorst von dieser Alge „Zellen, welche . . . . im Innern einen deutlichen hellern centralständigen Zellkern enthalten.“ Durch Anwendung von Essigsäure und Eosin habe ich mich überzeugt, dass der „Zellkern“ nur eine Vacuole ist.

Wir haben also bei dieser Phycochromacee ein wirkliches Chromatophor, das bei den jüngeren Zellen die Form eines Bandes oder eines Fadens hat, bei den älteren Zellen aber in Form von Körnern auftritt. Aehnliche kornartige Chromatophoren finden sich bekanntlich auch in der Abtheilung der Coccochromaticae unter den Diatomaceen. Bei der mit *Glaucocystis* Itzigs. analogen Gattung *Oocystis* Näg. haben die Chromatophoren die Form kleiner parietaler Scheiben (Schmitz, loc. cit. pag. 11).

Es scheint mir nicht unwahrscheinlich, dass auch bei anderen Phycochromaceen, als bei diesen drei (*Phragmonema* Zopf, *Plaxonema* Tangl, *Glaucocystis* Itzigs.) Chromatophoren vorkommen. So z. B. hat vermuthlich die blaugrüne *Hormospora ramosa* Thwait. nach Beobachtungen die ich darüber an Exemplaren aus Schonen und Bohnslän angestellt, ein Chromatophor, wie es übrigens auch aus den Figuren in Harwey, Phycologia Britannica, T. CCXIII hervorzugehen scheint.

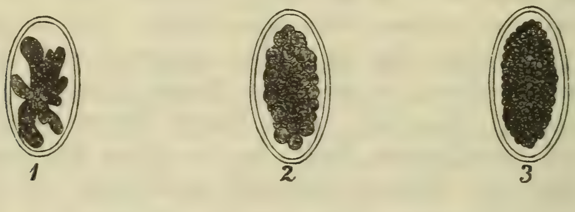
Ueber diese Alge sagt Harwey (loc. cit.) „endochrome pale green, radiating from a central nucleus“.

Endlich sind zu beachten die „Chromatophoren“ bei Arten von *Aphanocapsa* Näg., *Polycystis* Kütz.[1]), *Coelosphaerium* Näg., *Nostoc* Vauch., *Anabaena* (Boy) Wittr., *Aphanizomenon* Morren, *Rivularia* Roth, und die Hormogonien bei vielen (allen?) fadenförmigen Phycochromaceen. Ob diese Bildungen wirkliche Chromatophoren sind, mögen künftige Untersuchungen entscheiden.

Stockholm.

---

[1] Conf. Wittrock et Nordstedt, Algae aquae dulcis exsiccatae, fasc. 6, No. 298; fasc. 12, No. 599.



Erklärung der Abbildungen.

Glaucocystis Nostochinearum Itzigs. 1000/1.

Fig. 1. Eine junge Zelle mit fadenförmigen Chromatophoren.
„ 2. Eine ältere Zelle mit kornartigen Chromatophoren.
„ 3. Eine völlig ausgewachsene Zelle mit kleinen kornartigen Chromatophoren.

44. J. Wiesner: Erklärung.

Eingegangen am 10. Juli 1884.

Meine in diesen Berichten[1]) kürzlich veröffentlichte vorläufige Mittheilung über die angebliche Function der Wurzelspitze ist von Krabbe ebendaselbst in dem zuletzt ausgegebenen Hefte[2]) zum Gegenstande eines unberechtigten und - gelinde gesagt — wenig massvollen Angriffes gemacht worden.

Auf diese neuerliche Herausforderung werde ich nicht antworten: erstlich, weil die ganze Streitschrift zu einer sachlichen Erörterung mir keinen Anlass giebt, da ich in der eben erschienenen schon in der vorläufigen Mittheilung angekündigten Abhandlung[3]) über die noch strittigen Punkte mich eingehend ausgesprochen habe; sodann, weil ich überhaupt an einer Polemik, welche die Grenzen sachlicher Erwägungen überschreitet, keinen Antheil haben will, und endlich weil ich hoffen darf, dass das Urtheil über meine Untersuchungen nicht allein auf die Kritik eines Anfängers gebaut sein kann, der gerade durch den gegen mich gerichteten Angriff die Eignung zu einem massvollen und objectiven Urtheil nicht nachgewiesen hat.

---

1) Bd. II, Heft No. 2 (Ausgegeben am 21. März 1884).

2) Bd. II, Juniheft 1884.

3) Untersuchungen über die Wachsthumsbewegungen der Wurzeln (Darwin'sche und geotropische Wurzelkrümmung) Sep.-Abdr. aus dem 85. Band der Sitzungsber. der Kais. Akad. der Wiss. I. Abth. p. 223—302. Märzheft 1884. (Vorgelegt in der Sitzung am 20. März 1884).

45. Hermann Moeller: Ueber Pflanzenathmung.

(Mit Tafel VI und VII.)

Eingegangen am 12. Juli 1884.

II.

Die intramolekulare Athmung.

Kein Gebiet pflanzenphysiologischer Forschung hat bei verhältnissmässig zahlreichen Untersuchungen so wenig Fortschritte zu verzeichnen, wie die Untersuchung über Pflanzenathmung. Hatte es einerseits der wiederholten Anstrengung bedeutender Forscher, wie Meyen (1838), Garreau (1851), Sachs (1865) bedurft, den Begriff der Pflanzenathmung von der sie verdeckenden Assimilation zu sondern, und immer wieder die weitverbreiteten alten Irrthümer von der täglichen und nächtlichen Respiration der Pflanzen zu bekämpfen, und war somit dies Gebiet der Forschung überhaupt erst spät bekannt und zugänglich geworden, so müssen andererseits die Untersuchungen in dieser Richtung, weil sie die Lösung einer der innersten Lebensfragen bezwecken, naturgemäss mit den grössten Schwierigkeiten zu kämpfen haben, wodurch sich das langsame Vorwärtskommen in der Kenntniss der Athmung trotz zahlreicher und eingehender Versuche erklären lässt. Waren bisher die Untersuchungen über Pflanzenathmung lediglich auf die specielle Athmungsthätigkeit der einzelnen Pflanzentheile, auf ihre Abhängigkeit von äusseren Factoren, und auf das Verhältniss von Sauerstoffaufnahme zur Kohlensäureabgabe gerichtet, so trat 1875 mit der Entdeckung der intramolekularen Athmung durch Pflüger eine neue Richtung der Forschung auf diesem Gebiete ein. Nachdem das Vorhandensein intramolekularer Athmung nach Sauerstoffabschluss auch bei Pflanzen constatirt war, bildeten sich sogleich zwei einander entgegengesetzte Ansichten über dieselbe aus. Während Pfeffer in einer ausführlichen Abhandlung die intramolekulare Athmung als einen der Gährung analogen Vorgang und als Bedingung der normalen Athmung ansieht, hält Nägeli sie nur für eine pathologische Erscheinung. Experimentell behandelte dann Wortmann diese Frage, und kam auf Grund seiner Versuche mit *Vicia Faba* um *Phaseolus multiflorus* zu der Ansicht, dass alle bei normaler Athmung ausgeschiedene Kohlensäure lediglich das Produkt der intramolekularen Athmung sei. So fehlte es also für dieselbe Thatsache jetzt nicht an Theorieen, während im Gegensatz dazu das experimentelle Beweismaterial immer noch ein sehr unzureichendes zu nennen war. Nach Wortmann hat nur noch

Wilson[1]) in dieser Richtung gearbeitet, und die Wortmann'schen Versuche zwar für *Vicia* bestätigt gefunden, dagegen ein abweichendes Verhalten bei *Lupinus luteus* und *Cantharellus cibarius* constatirt. Es erscheint wunderbar, dass ein so bedeutender Vorgang, wie es die intramolekulare Athmung ist, bisher nicht weiter verfolgt und zum Gegenstand experimenteller Untersuchungen gemacht ist, da doch durch deren nähere Erforschung gewiss manche weitere Aufklärung über den Athmungsprozess, wie voraussichtlich auch über den Zusammenhang von Gährung und Athmung zu erwarten ist. Ich habe die folgende Untersuchung in der Absicht unternommen, zunächst durch weiteres experimentelles Beweismaterial die eine oder andere der aufgestellten Theorien festigen zu helfen. Dazu bedurfte es vor allem sehr sorgfältig durchgearbeiteter Methoden, denn wenn schon überhaupt physiologische Forschungsresultate häufig im Wesentlichen von der richtigen Wahl und sorgfältigen Durchführung der Methoden abhängig sind, so ist dies ganz besonders bei den difficilen Athmungsuntersuchungen der Fall, wo, wie bei gasometrischen Versuchen überhaupt, die verwickeltsten Umstände zu grossen Versuchsfehlern Veranlassung geben können.

Untersuchungsmethoden.

Von den verschiedenen Methoden zur Untersuchung über die Athmung habe ich ganz besonders der gasometrischen meine Aufmerksamkeit zugewendet. Sie bietet den grossen Vortheil, erstens den richtigen Zeitpunkt zum Beginn der Beobachtung der intramolekularen Athmung deutlich erkennen zu lassen und gestattet zweitens eine genaue Bestimmung auch sehr kleiner Gasmengen und somit auch die Verwendung kleiner und seltener Pflanzentheile. Betreffs ihrer Zuverlässigkeit zeigen schon Wortmann's Untersuchungen, obgleich dieselben mit sehr primitiven Mitteln angestellt sind, dass eine genügende Genauigkeit bei dieser Methode zu erzielen ist, um so mehr glaubte ich dies erwarten zu dürfen, wenn dieselbe vervollkommt war. Ich habe mich bei Ausführung der Athmungsuntersuchungen nach dieser Methode des von mir schon in einer früheren Abhandlung[2]) beschriebenen Apparates bedient, zu dem ich mir noch einen zweiten machen liess, welcher sich von dem ersteren dadurch unterscheidet, dass die Scala des Rohres A_1 in Millimeter getheilt ist und dass der Hahn G und das Ansatzrohr mit dem Hahn E fehlen, auch ist das Glockengefäss B' zur Aufnahme der Pflanzentheile ein etwas grösseres als B; letzteres hat 350 *ccm*, das erstere 550 *ccm* Rauminhalt. Die Untersuchung mit dem Apparat II Taf. VI Fig. 1 wurde in folgender Weise vorgenommen. B und B_1 wurden die gleiche Anzahl oder die gleiche Gewichtsmenge der zu untersuchenden Pflanzentheile nebst etwas feuchter Glaswolle gebracht, nachdem beides vorher mehrere Stunden unter einer Glocke über Kalilauge gestanden hatte, um von Kohlensäure befreit zu werden. Zu den Pflanzentheilen wurde dann ein kleines Gläschen mit 10 *ccm* Kalilauge gebracht, der Apparat geschlossen und zusammengesetzt in das Quecksilbergefäss n gestellt und mit der Wasserstrahlluftpumpe bei F etwas Luft ausgesogen, bis die Quecksilbersäule einige Centimeter über das Niveau gestiegen war. Nach einer halben Stunde fand die erste Ablesung statt. Ein Thermometer T in zehntel Grade getheilt hing zwischen den Apparaten, ein Barometer in der Nähe. Die Ablesung erfolgte unter Zuhülfenahme eines Fernrohres mit Fadenkreuz.

---

[1]) Wilson, Ueber Athmung der Pflanzen. Flora 1882, p. 93. Die Mittheilung ist als vorläufige bezeichnet, doch ist mir inzwischen keine ausführlichere Arbeit des Verfassers bekannt geworden.

[2]) Diese Berichte. II. p. 37.

Die abgelesenen Volumina wurden auf solche bei 0° C. und 760,0 *mm* Barometerstand reduzirt. Bei Ib wurden die Millimeter abgelesen, bei Ia die Cubikcentimeter auf dem Rohre A, die Millimeter auf der in halbe getheilten Millimeterscala des Glasstreifens R. Die normale Athmung wurde in der Regel von Abends bis Morgens gemessen. Am Morgen nach erfolgter Ablesung wurde zunächst Ib auseinandergenommen, die Kalilauge in m_1 erneuert, mit der Luftpumpe einige Zeit frische Luft durchgeleitet und der Apparat in der beschriebenen Weise wieder aufgestellt. Dann wurde aus Ia das Gefäss m entfernt, das Rohr A bis zum Hahn H voll Quecksilber gesogen und nun von E durch B nach F ein Strom Stickoxydul geleitet bis in einer mit F verbundenen Flasche mit Phosphor keine Nebelbildung mehr eintrat, also aller Sauerstoff verdrängt war. Nach Schliessung von E und F wurde dann Hahn G geöffnet, wodurch die Quecksilbersäule ungefähr 2 *dm* über dem Niveau zu stehen kam. Es wurde jetzt durch alle zehn Minuten erfolgende Beobachtung abgewartet, bis ein rasches Sinken der Quecksilbersäule eintrat und damit der sichtbare Beginn der intramolekularen Athmung begann. Dann erfolgte bei Ia und Ib die erste, um 6 Stunden später die zweite Ablesung. Während der Versuche wurde durch über die Glocken B^1 und B_1 gestülpte schwarze Papier-Kappen das Licht aus geschlossen.

Um auch grössere Pflanzentheile auf die intramolekulare Athmung untersuchen zu können, um ferner grössere Mengen Athmungsmaterial verwenden und damit in zweifelhaften Fällen das Resultat sicherer feststellen zu können, beziehungsweise auch die Intensitätsänderung während eines längeren Zeitraumes zu bestimmen, als es die bald zum Niveau herabgesunkene Quecksilbersäule des Apparates Ia gestattet, habe ich die Apparate II und III zusammengestellt. Apparat II Taf. VI Fig. 2 besteht aus einem Untersatz von Buchenholz, in welchem eine 1 *cm* breite und 3 *cm* tiefe Quecksilberrinne eingeschnitten ist. Das Holz ist durch längeres Sotten im Paraffinbade gegen die Absorption der Kohlensäure geschützt. Auf demselben steht ein Krystallisirschälchen in welchem die Pflanzentheile auf feuchter Glaswolle und bedeckt damit liegen. In der Mitte steht ein sogenanntes Wägegläschen mit Kalilauge zur Absorption der Kohlensäure. Die Wägegläschen, welche durch eingeschliffene Stopfen geschlossen werden konnten, wurden jedesmal mit 25 *cm* einer Kalilauge gefüllt, deren Kohlensäuregehalt bestimmt und wiederholt controllirt wurde. Vor dem Versuch und nach Beendigung desselben bis zur Bestimmung der Kohlensäure wurden sie in einem Gefässe über Natronkalk aufbewahrt. In die Rinne des Untersatzes *a* passt die Glasglocke *b* von 2 Liter Inhalt, welche an der Innenseite mit feuchtem Filtrirpapier ausgekleidet ist und oben durch einen paraffinirten Gummistopfen geschlossen wird, durch welchen einmal das doppelt rechtwinkelig gebogene Rohr zum Gefäss *v* mit Quecksilber führt, andererseits eine Röhre, welche unten in eine Spitze mit Kugel ausgezogen und umgebogen ist. Dieselbe kann leicht durch einen Tropfen Quecksilber gesperrt werden.

Vor dem Versuche wird die Kohlensäure innerhalb der Glocke durch ein Schälchen mit Kalilauge entfernt, wie auch die Schale mit den Pflanzentheilen über KOH von absorbirter Kohlensäure befreit. Dann wird letztere Schale unter die Glocke gebracht an Stelle der ersteren, das Wägegläschen mit Kalilauge eingesetzt und die Glocke durch Quecksilber abgeschlossen. Für die intramolekulare Athmung wurde eine Schale mit Pflanzentheilen und das Kalilaugegläschen unter eine höchstens $\frac{1}{3}$ so grosse, sonst der Glocke *b* gleiche gebracht und rasch ein Strom Stickoxydul durch *f* eingeleitet, bis ein statt *v* vorgelegtes Phosphorgefäss die Entfernung des Sauerstoffes erkennen liess. Dann wurden gleichfalls beide Röhren durch Quecksilber gesperrt. Durch besondere Versuche habe ich mich überzeugt, dass während des Durchleitens selbst eines mässig raschen Gasstromes während $1\frac{1}{2}$ Stunden keine Kohlensäure absorbirt wurde; während ich die vollständige Aufnahme derselben durch die Kalilauge während der Versuchsdauer nach Godlewski's[1]) ähnlichem Versuche ohne weiteres annehmen zu dürfen glaubte.

Hat man mehrere der Glocken und Wägegläschen vorräthig, so lässt sich durch beständiges Wechseln derselben die Untersuchung über normale und intermolekulare Athmung beliebig lange fortführen, wobei allerdings eine zeitweise Unterbrechung der intramolekularen Athmung von dem Wechseln der Kalilauge an bis zur abermaligen Entfernung des Sauerstoffs nicht auszuschliessen ist.

Letzteres wird vermieden bei Verwendung des Apparat III, Taf. VII, Fig. 1, welcher die Bestimmung der ausgeschiedenen Kohlensäure zur beliebigen Zeit bei ungehindertem Fortgange der normalen und intramolekularen Athmung erlaubt. Die letztere findet hier im Wasserstoff statt, welcher im Gefäss *A* aus verdünnter Kalilauge (1 : 3) und einer unter der Glocke *H* befindlichen Spirale von Aluminiumblech entwickelt und durch den Hahn *i* zu dem Gefäss *a* geleitet wird, in welchem die Pflanzentheile der intermolekularen Athmung unterworfen werden sollen. Der Wasserstoff ist rein, kann also direkt verwandt werden, wodurch das Vorlegen von Waschflaschen erspart wird; und seine Entwickelung ist von der Saugkraft am Ende des Apparates abhängig, so dass Druckwirkung und somit Ungleichheit des Gasstromes in den beiden Theilen des Apparates vermieden werden.

---

[1]) Godlewski, Beiträge zur Kenntniss der Pflanzenathmung. Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot. XIII. p. 497.

Die Flasche *b* ist mit einer gleichen Menge Athmungsmaterial beschickt, über das Luft geleitet wird, welche in dem Thurm *l* durch Bimstein und Kalilauge von Kohlensäure befreit ist. Aus *a* und *b* geht der Gasstrom zur Absorption der ausgeathmeten Kohlensäure durch die Pettenkofer'schen Röhren *p* und *q*, welche je 25 *ccm* KOH enthalten. Die mit Barytwasser gefüllten Flaschen *m* und *n* dienen zur Kontrolle der völligen Absorption der Kohlensäure und zur Beobachtung der Gleichmässigkeit des Gasstromes. Die Waschflasche *o* mit Kalilauge verhindert das Diffundiren von Kohlensäure aus dem mit *o* verbundenen Aspirator *B*. Ebenso sollen α, β, γ, kleine mit Wasser gefüllte Sperrventile bei Unterbrechung des Gasstromes zum Zweck der Vorlage von *p* und *q* der Diffussion von Kohlensäure nach *l* und *A*, bez. der von Luft nach *b* vorbeugen. Der Gang des Versuches war nun folgender. Die Gefässe *a* und *b* wurden mit dem reichlich angefeuchteten Athmungsmaterial gefüllt, und jedes bei α und β mit einem Gefässe zur Absorption der Kohlensäure, wie *l* eines darstellt, verbunden; auf der anderen Seite stellte ein Gabelrohr mit Schlauch die Verbindung mit einer Wasserstrahlluftpumpe her, welche vor dem Versuche 2—3 Stunden kohlensäurefreie Luft durch die Apparate zu saugen hatte. Beim Beginn der Kohlensäurebestimmung wurden die Absorptionsröhren *p* und *q* und die 3 Waschflaschen angeschlossen und mit dem Aspirator *B* 6 Stuuden laug ein langsamer und gleichmässiger Luftstrom durch die Apparate gesogen. Nachher wurde der Apparat auseinandergenommen, die Kalilauge aus *p* und *q* in Kölbchen gespült zur Bestimmung der Kohlensäure und während der Nacht durch *a* und *b* einfach ein Luftstrom gesogen. Am zweiten Morgen wurde vor *b* wieder *l*, vor *a* der Wasserstoffapparat *A* vorgelegt und *a* nach der anderen Seite durch Anfügung des Sperrventils γ abgeschlossen. An γ wurde dann ein Phosphorgefäss und eine Waschflasche mit Kalilauge angesetzt zur Absorption der phosphorigen Säure und dann durch beide Apparate wieder ein Gasstrom durchgesogen, bis wenigstens eine halbe Stunde nach Entfernung des Sauerstoffes aus *a* verstrichen war. Es wurden dann die übrigen Gefässe, wie oben angeführt, nachdem das Phosphorgefäss mit der Waschflasche entfernt war, und auf diese

Weise in *b* abermals die normale in *a* die intramolekulare Athmungskohlensäure bestimmt. Diese Zusammenstellung zeigt Fig. 1, Taf. VII. Zur Bestimmung der in den Apparaten II und III absorbirten Kohlensäure dient der in Fig. 2, Taf. VII dargestellte Apparat. Die Kalilauge, welche zur Absorption gedient hat (also jedesmal 25 *ccm*) wird in das Kölbchen *a* gespült, welches durch einen doppelt durchbohrten Stopfen geschlossen wird. Durch die eine Durchbohrung geht ein Glasrohr, welches unten ausgezogen und S förmig gebogen ist, oben durch einen Gummischlauch sich einmal mit dem Trichterchen *e*, das andere Mal mit der Flasche *l* verbinden lässt, welche Bimsstein mit Kalilauge enthält. Die Waschflasche *m* und das Winkler'sche Schlangenrohr *n* enthalten concentrirte Schwefelsäure, das *U*-Rohr *o* Kupfervitriolbimsstein zur völligen Austrocknung und Absorption von Salzsäuredampf. Im *U*-Rohr *p*, welches mit Natronkalk und etwas Chlorcalcium gefüllt ist, wird die in *a* ausgetriebene Kohlensäure aufgefangen und gewogen. Die Austreibung der Kohlensäure wird durch Einfliessenlassen von 30 *ccm* Salzsäure durch den Trichter *e* nach *a* hinein und durch Erhitzen bewirkt, nachdem der Schlauch unter *e* durch eine Klammer geschlossen ist. Nach Austreibung der Kohlensäure wird *a* mit *l* verbunden und durch Anschluss des Aspirators *B* 1 Liter kohlensäurefreie Luft durchgeleitet. Das Absorptionsrohr *p* ist durch das Chlorcalciumrohr *q* gegen die Wasserdämpfe des Aspirators geschützt. Erwähnen will ich noch, dass in den Apparaten Fig. 1 und 2 alle Gummisachen paraffinirt, die Korke mit Siegellack überzogen waren.

Die Versuche und ihre Resultate.

Bei der Wahl des Materials für die Athmungsversuche leitete mich die Erwägung, das dasselbe einerseits genügend Reservestoffe besitzen müsse, um die Athmung in voller Stärke und möglichst gleicher Dauer auch auf längere Zeit zu unterhalten, andererseits auf kein weiteres Medium zur Kultur Anspruch machen dürfe als auf feuchte Luft. Ich musste also auch zu den jungen Keimpflanzen greifen, welche bis jetzt den meisten Forschern das Material bei Athmungsversuchen geliefert hatten und viele Vortheile bieten. Sie enthalten sowohl reichlich Reservematerial, wie sie auch bei der Entwickelung im feuchten Raum an Athmungsstärke nichts zu wünschen übrig lassen. Mit Pilzen die Untersuchung zu machen, ist bedenklich. Soll der Pilz in der Gesammtheit verwendet werden (d. h. mit dem Mycel) so ist die Benutzung von Kulturboden unumgänglich nothwendig, wodurch grosse Versuchsfehler entstehen. Die Benutzung des Fruchtkörpers allein würde zwar meistens genügen, doch ist immer die Verwendung von Pflanzentheilen dem begründeten Einwurf ausgesetzt, dass die Athmung hier keine normale ist. Ausserdem ist in Betracht zu ziehen, dass es in den meisten Fällen sehr schwer werden wird, grössere Gewebemassen sauerstofffrei zu machen.

Von ganz besonderer Wichtigkeit war ferner die Berücksichtigung der äusseren Factoren für die Athmung. Der Einfluss der Temperatur auf dieselbe ist schon länger bekannt. Zweifelhaft war bis jetzt noch, ob das Licht einen fördernden Einfluss auf die Athmung habe. Bonnier und Mangin[1]) haben kürzlich in einer umfassenden und sorgfältigen Arbeit die Wirkung der äusseren Factoren auf die Athmung beschrieben und ganz besonders die Abhängigkeit derselben von dem Feuchtigkeitsgehalte der Luft konstatirt. Bei meinen Versuchen war der Zutritt von Licht und somit dessen Wirkung bei der Athmung leicht zu beseitigen, indem die Apparate Ia und Ib (Taf. VI) einfach durch übergestülpte Kappen, Apparat II, (Taf. VI, Fig. 2) durch ein darüber gedecktes schwarzes Tuch geschützt wurden. Der Apparat III (Taf. VII, Fig. 1) war von vornherein im Dunkelzimmer aufgestellt, doch wurden noch ausserdem die Flaschen *a* und *b* durch Tücher gegen das Licht der ab und zu brennenden Lampe geschützt. Zum Ausschluss der Einwirkung des Feuchtigkeitsgrades auf die Athmung ist es nöthig, die Objecte in einer mit Wasser gesättigten Atmosphäre athmen zu lassen, was bei Apparat III keine Schwierigkeit bot, wo die Pflanzentheile vor dem Versuche direct mit grösseren Wassermengen getränkt wurden. Schwieriger war dies bei den Apparaten I und II, wo ich durch Verwendung grösserer Mengen Glaswolle (dieselbe hat den grossen Vorzug, viel Flüssigkeit aufzunehmen und doch der Diffusion sehr zugänglich zu sein) den nöthigen Feuchtigkeitsgrad zu erreichen strebte. In die Glocke des Apparat II wurde zu dem Zweck noch feuchtes Filtrirpapier eingelegt. Das Beschlagen der Wände mit Wasserdampf und die oft starke Bildung von Wurzelhaaren bei den Keimpflanzen während der Versuchsdauer sprechen wohl dafür, dass die im Apparate vorhandene Luft mit Wasserdampf gesättigt war. Was dagegen die Temperatur betrifft, so war ein Gleichbleiben derselben während der Versuche nicht zu erzielen. Wenngleich die Arbeitsräume eine ziemlich gleichmässige Temperatur boten (im Dunkelzimmer war die grösste Differenz während mehrerer Wochen 3° C., die höchste am Tage ca. 1,5° C., im andern Zimmer ging dies bis zu 5,0° C. während mehrerer Tage; bis zu durchschnittlich 2,0° C. während der Versuchsdauer) so waren doch diese geringen Temperaturschwankungen für die Messung der Athmung wegen der grossen Abhängigkeit der letzteren von der Temperatur als Quellen grosser Versuchsfehler anzusehen und daher zu eliminiren. Ich habe dies durch Anwendung einer Methode erzielt, welche bei derartigen Versuchen, wo äussere einwirkende Umstände in grösserer Anzahl auszuschliessen sind, sich überhaupt immer empfiehlt, nämlich durch eine normale Kontroll-Athmung. Von zwei möglichst gleichmässigen Mengen des Untersuchungsmaterials wurde das gegenseitige Verhältniss der Athmungsgrösse festgestellt und dann die eine Menge weiter in normaler Athmung belassen, während die andere zur Bestimmung der intramolekularen Athmung verwendet wurde. Der Unterschied bei der normalen Athmung während der zweiten Versuchshälfte wurde dann zur Korrektur des Resultats bei der intramolekularen verwendet. Vorausgesetzt ist dabei (natürlich bei genügendem Feuchtigkeitsgehalt und Ausschluss von Licht) dass die intramolekulare Athmung in gleicher Weise wie die normale vom Temperaturwechsel beeinflusst wird. Ich glaube durch dies Verfahren die erhaltenen Resultate wesentlich zuverlässiger gemacht zu haben.

---

[1]) Annal. des sciences nat. 6. sér. Bot. T. 17. p. 210.

Ich gehe jetzt zu den Versuchen über, die ich in der Reihenfolge anführe, in welcher ich sie angestellt habe, wobei ich noch vorweg bemerken will, dass ich bei Durchprüfung der Methoden nur *Vicia Faba* und *Phaseolus multiflorus* verwandt habe. Diese Versuche ergaben die Uebereinstimmung mit denen Wortmann's. Die intramolekulare Athmung war im Vacuum geprüft.

1. *Helianthus annuus.*

Je 250 Stück im Apparat I.
Von 5^h 40^m Abends bis 7^h 40^m Morgens normale Athmung.
19,8° C. bis 18,5° C.
11,84 *cc* d. i. 0,846 pr. Std. 11,64 *cc* d. i. 0,831 pr. Std.

N_2O eingeleitet bis 8^h 30^m.
Von 10^h 40^m bis 4^h 40^m.
18,9° C. bis 19,7° C.
intramolekulare Athmung normale Athmung
1,54 *cc* (4,71) = 0,257 pr. Std. 4,63 *cc* = 1,156 pr. Std.

Je 60 *g* *Helianthus* im Apparat III.
6 Stunden normale Athmung
177,5 *mg* 186,5 *mg*
6 Std. in Wasserstoff intram. Athm. norm. Athm.
62,0 *mg* (187,9) 197,5 *mg*

Beide Versuche ergeben in schöner Uebereinstimmung, dass die bei der intramolekularen Athmung ausgeschiedene Kohlensäure genau ⅓ der bei normaler Athmung ist, was also gegen Wortmann's Hypothese und für Pfeffer's Ansicht sprechen würde, nach welchem der Athmungsprozess entsprechend den folgenden Formeln verlaufen soll.

$$C_6H_{12}O_6 = 2\ (C_2H_5 \cdot OH) + 2\ CO_2$$
$$2\ (C_2H_5 \cdot OH) + 6\ O_2 = 6\ H_2O + 4\ CO_2$$

Während also bei der normalen Athmung 6 Moleküle Kohlensäure gebildet werden, so dürfen nach Ausschluss des Sauerstoff gemäss der ersten Formel, nur 2 Moleküle, also ein Drittel der Kohlensäure ausgeschieden werden, wie es der obige Versuch bestätigt.

2. *Polygonum Fagopyrum.*

Je 10 *g* im Apparat I.

Normale Athmung von $7^h\ 30^m$ Abends bis $8^h\ 30^m$ Morgens

20,2° C. bis 19,4° C.

12,44 *cc* = 0,957 pr. Std.	7,67 *cc* = 0,590 pr. Std.

N_2O eingeleitet bis $9^h\ 25^m$.

Von $10^h\ 30^m$ bis $4^h\ 30^m$.

19,9° C. bis 21,8° C.

intramolekulare Athmung in N_2O	normale Athmung in Luft
1,89 *cc* (9,05) = 0,472 pr. Std,	5,58 *cc* = 1,395 pr. Std.

Je 25 *g* im Apparat III.

6 Stunden in Luft normal	
127,0 *mg*	136,0 *mg*
6 Std. in H intramolekular	normal in Luft
41,5 *mg* (118,3 *mg*)	125,5 *mg*

Während bei dem Buchweizen der Versuch im Apparat III beweist, dass auch hier genau $\frac{1}{3}$ Kohlensäure intramolekular ausgeschieden wird, zeigt zum ersten Mal der Versuch im Apparat I eine erheblich geringere Kohlensäuremenge, ein Faktum, welches in den folgenden Versuchen noch mehr zu Tage tritt, und die gasometrische Untersuchungsmethode für sich allein ganz unzuverlässig macht. Ich komme auf diesen durch Absorption veranlassten Versuchsfehler weiter unten zurück. Von besonderer Bedeutung ist zunächst noch, dass mit dem Buchweizen ein Vertreter der stärkeführenden Samen, in der Sonnenblume ein ölhaltiger Same gegeben ist, welche beide gleiche intramolekulare Athmung zeigen, womit zunächst bewiesen ist, dass die letztere nicht von der verschiedenen Beschaffenheit des Reservematerials abhängt.

3. *Zea Mais.*

Je 30 Stück im Apparat I.

Normale Athmung von $7^h\ 15^m$ Abends bis $8^h\ 45^m$ Morgens.

20,5° C. bis 19,5° C.

12,13 *cc* = 0,899 pr. Std.	14,12 *cc* = 1,045 pr. Std.

N_2O eingeleitet bis $9^h\ 45^m$.

Von $10^h\ 30^m$ bis $4^h\ 30^m$.

19,8° C. bis 20,6° C.

intram. Athmung in N_2O	normale Athmung
1,91 *cc* (4,71) = 0,318 pr. Std.	5,49 *cc* = 0,915 pr. Std.

Je 95 Stück im Apparat III.

6 Stunden normal	
130,0 *mg*	136,5 *mg*
6 Std. intram. in H	normal
87,0 *mg* (141,9)	149,0 *mg*

Je 100 Stück in Apparat III.

6 Stunden normal	
95,0 *mg*	84,5 *mg*
6 Std. intram. in H	normal
52,5 *mg* (97,8)	87,0 *mg*

Dieselben je 100 Stück 1 Tag später, nachdem inzwischen beide Hälften normal geathmet hatten.

intram. in H	
106,5 *mg* (164,2)	159,5 *mg*

Je 50 Stück in Apparat II.

6 Stunden normal	
103,5 *mg*	96,5 *mg*
6 Stunden intram. in H	
28,0 *mg* (36,5)	34,0 *mg*

Während beim *Mais* auch der Absorptionsfehler im Apparat I zu Tage tritt, liefern hier auch die andern Bestimmungen wechselnde Mengen, welche im Verhältniss der intramolekularen Athmung zur normalen die Werthe 1 : 1,6; 1 : 1,9; 1 : 1,5; 1 : 1,3 ergeben, also im Durchschnitt eine Ausathmung von $\frac{2}{3}$ Kohlensäure intramolekular anzeigen.

4. *Pisum sativum.*

Je 20 Stück in Apparat I.

Normale Athmung von 6^{h} 10^{m} Abends bis 8^{h} 10^{m} Morgens.

19,1° C. bis 18,1° C.

10,08 *cc* = 0,720 pr. Std.	7,31 *cc* = 0,522 pr. Std.

Mit N_2O gefüllt 9^{h} 35^{m}.

Von 10^{h} 5^{m} bis 4^{h} 5^{m}.

18,5° C. bis 19,6° C.

intram. Athmung in H	
1,98 (3,49) = 0,380 pr. Std.	2,53 *cc* = 0,422 pr. Std.

Je 60 Stück in Apparat II.

Normale Athmung 6 Std.	
158,0 *mg*	150,0 *mg*
6 Std. intram. Athm. in N_2O	normale
43,5 *mg* (56,4)	53,5 *mg*

5. *Lupinus luteus.*

Je 30 Stück in Apparat I.

Normale Athmung von 7^{h} 15^{m} Abends bis 8^{h} 15^{m} Morgens.

19,8° C. bis 18,6° C.

11,50 *cc* = 0,885 pr. Std.	10,24 *cc* = 0,788 pr. Std.

N_2O eingeleitet bis 9^{h} 50^{m}.

Von 10^{h} 5^{m} bis 4^{h} 5^{m}.

19,6° C. bis 19,8° C.

intram.	normal
1,57 *cc* (4,26) = 0,262 pr. Std.	3,68 *cc* = 0,613 pr. Std.

Je 80 Stück in Apparat II.

6 Std. normale Athmung.

124,0 *mg*		129,0 *mg*
intram.	6 Stunden	normal
29,0 *mg* (42,3)		44,0 *mg*

6. *Lepidium sativum.*

Je 35 *g* in Apparat III.

Normale Athmung 6 Std.

124,5 *mg*		202,5 *mg*
intram. in H	6 Stunden	normal
23,5 *mg* (69,4)		113,0 *mg*

15 *g* in Apparat Ia (Versuch in Ib verunglückt).

Von 7^h 20^m Abends bis 7^h 50^m Morgens normale Athmung.

22,1° C. bis 21,8° C.

14,65 *cc* = 1,172 pr. Std.

Mit N_2O gefüllt um 8^h 45^m.

Intramolekulare Athmung von 10^h bis 4^h

22,2° C. bis 24,4° C.

2,76 *cc* (ein Drittel verlangt 4,88 *cc*).

15 *g* in Apparat Ia.

Normale Athmung von 9^h 35^m bis 12^h 35^m (24,1° C. bis 24,7° C.)

5,08 *cc* = 1,693 pr. Std.

Intram. Athm. in CO_2 von 2^h 5^m bis 5^h 5^m (29,6° C. bis 24,8° C.)

1,35 *cc* (1,69 = $^1/_3$)

Die Kresse giebt also nach dem ersten Versuche gleichfalls $\frac{1}{3}$ Kohlensäure bei intramolekularer Athmung. Bei den übrigen Versuchen wird wieder die Absorption bemerkbar, welche bei den Papilionaceen und Cruciferen ganz besonders stark zu sein scheint. Ich habe diese Versuche im Apparat I wie die späteren, auch wo es die einzigsten waren, mit aufgeführt, um die Stärke der Absorption zu zeigen, dann aber auch, weil dieselben trotz dieser starken Absorption vergleichsweise erkennen lassen, dass in den meisten Fällen die ausgeathmete Kohlensäure viel geringer ist, als sie nach Wortmann's Hypothese sein müsste.

Die lange Dauer der Absorptionsfähigkeit einzelner Samen geht aus dem letzten Versuche hervor, wo Kresse selbst in einer Kohlensäureatmosphäre nach mehreren Stunden noch davon absorbirte, und so ein zu geringes Volumen intramolekularer Kohlensäure 1,35 statt 1,69 gefunden wurde.

7. *Carthamus tinctorius.*

190 Stück im Apparat I.

Normale Athmung von 9^h 15^m bis 12^h 15^m (23,9° C. bis 24,4° C.

6,73 *cc* = 2,243 pr. Std.

N_2O eingeleitet bis 1^h.

Intram. Athmung von $1^h\ 45^m$ bis $4^h\ 45^m$.
24,5° C. bis 24,3° C.
1,75 *cc* (2,24 = $^1/_3$).

8. *Cucurbita Pepo.*

25 Stück ohne Samenschale im Apparat I.
Normale Athmung von $8^h\ 45^m$ bis $11^h\ 45^m$ (23,7° C. bis 24,1° C.)
6,38 *cc* = 2,126 pr. Std.

N_2O eingeleitet bis $12^h\ 28^m$.
Intram. Athmung von $12^h\ 20^m$ bis $3^h\ 20^m$ (24,3° C. bis 25,1° C.)
1,61 *cc*
von $3^h\ 20^m$ bis $5^h\ 20^m$ (25,1° C. bis 25,7° C.)
1,63 *cc* (2,44 *cc* in 3 Stunden).

25 Stück im Apparat I.
Normale Athmung von $8^h\ 55^m$ bis $11^h\ 55^m$ (25,4° C. bis 25,9° C.)
9,32 *cc* = 3,106 pr. Std.
Intram. Athmung in N_2O von $3^h\ 5^m$ bis $4^h\ 5^m$ (26,5° C. bis 26,3° C.)
0,38 *cc* (1,14 in 3 Stunden)
von $4^h\ 5^m$ bis $7^h\ 5^m$ (26,3° C. bis 26,5° C.)
3,75 *cc*.

9. *Ricinus communis.*

15 *g* (20 Stück) in Apparat I.
Normale Athmung von $9^h\ 30^m$ bis $12^h\ 30^m$ (24,4° C. bis 24,7° C.)
6,62 *cc* = 2,206 pr. Std.
Intram. Athmung in CO_2 von $12^h\ 45^m$,
$1^h\ 50^m$ bis $3^h\ 50^m$ (25,0° C. bis 26,0° C.)
1,26 *cc* = 1,89 *cc* in 3 Stunden
$3^h\ 50^m$ bis $6^h\ 50^m$ (26,0° C. bis 25,6° C.)
1,16 *cc*.

40 Stück (25 *g*) im Apparat II.
Normale Athmung 4 Stunden.
28,0 *mg*.
Intram. Athmung in N_2O 4 Stunden
22,0 *mg*.

Ricinus scheint somit zu den Samen zu gehören, welche betreffs der Athmung der Wortmann'schen Hypothese folgen. Bemerkenswerth ist auch hier die ausserordentlich grosse und lang andauernde Absorptionsfähigkeit selbst in Kohlensäureatmosphäre.

Zum Schluss füge ich noch einige Versuche an, welche mit Blüthen gemacht wurden.

10. *Tulipa.*

Perigonblätter von 30 Blüthen in zwei Theile getheilt in Apparat II.
Normale Athmung von $7^h\ 25^m$ Abends bis $9^h\ 45^m$ Morgens.

120,5 *mg*		122,5 *mg*
Intram. Athmung in N_2O	6 Std.	normal
28,5 *mg* (46,2)		47,0 *mg*

11. Blüthen der gefüllten **Levcoye** (*Matthiola annua* DC.)

Je 10 *g* im Apparat III.

Normale Athmung von 11—2^h
17,0 *mg* 18,5 *mg*
Intram. Athmung in H
6,0 (15,9) 17,5

Obige Versuche machen keinen Anspruch auf Vollständigkeit, aber sie genügen, um zu zeigen, dass die Wortmann'sche Hypothese über die Athmung keine allgemeine Gültigkeit hat, und damit fallen zu lassen ist. Von den nntersuchten Keimpflanzen scheinen *Helianthus annuus*, *Polygonum Fagopyrum*, *Lepidium sativum* und wahrscheinlich *Carthamus tinctorius* die Pfeffer'sche Theorie der Athmung zu bestätigen, während *Mais*, *Lupinus*, *Pisum*, Blüthen bei der intramolekularen Athmung Abweichungen zeigen, welche auch der allgemeinen Gültigkeit der Pfeffer'sche Ansicht widersprechen. Es wird weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben, die Ursache dieser Abweichung von der Athmungsregel festzustellen, wenn es überhaupt eine solche giebt, und der Athmungsprozess so einfach verläuft, wie das von Pfeffer dafür aufgestellte Schema zeigt. Ich glaube vorab, und diese Ansicht dürfte in den vorliegenden Versuchen Bestätigung finden, dass verschiedene Prozesse der Oxydation des Kohlenstoffs gleichzeitig und von einander unabhängig im Protoplasma vor sich gehen und in der Gesammtheit die Kohlensäuremengen der normalen Athmung ergeben. Es sind dies einerseits Oxydationen, welche bei Zutritt des Sauerstoffs von aussen stattfinden. Dieselben hören natürlich auf, sobald der letztere ausgeschlossen ist; andererseits können Oxydationen von Kohlenstoff durch chemische Umlagerungen eintreten, wie solche z. B. von O. Kellner[1]) nachgewiesen sind: dass nämlich sauerstoffreiche Säuren in Keimlingen unter Kohlensäureentwickelung reducirt werden. Diese Prozesse finden auch nach Ausschluss von Sauerstoff noch längere Zeit unbeeinflusst statt. Ein Zusammenhang zwischen normaler und intramolekularer Athmung ist desshalb nicht nothwendig anzunehmen.

Es sei mir gestattet, hier noch einige Beobachtungen über die Intensität der intramolekularen Athmung und ihre Beziehungen zur Absorption mitzutheilen. In Versuch 1 mit *Helianthus* hatte die intramolekulare Athmung 1,59 *ccm* in 6 Stunden gegeben (verlangt wurden 1,52 *ccm*); beim weiteren Athmen wurden erhalten in den nächsten 17 Stunden 7,01 *ccm*, in den darauf folgenden 12 Stunden 5,83 *ccm*, das ist pro Stunde in den drei Zeiträumen 0,257; 0,112; 0,486. Es erhellt also daraus eine Zunahme der intramolekularen Athmung. Das Gleiche fand ich bei *Mais* in einem zu diesem Zweck besonders angestellten Versuche. 50 Stück *Mais* wurden in N_2O gebracht und eine halbe Stunde nach der Entfernung des Sauerstoff mit der Ablesung begonnen.

---

[1]) Landwirthschaftl. Versuchsst. Bd. 17. p. 408.

In den ersten zwei Stunden betrug die Volumenzunahme 1,17 *ccm*; in den folgenden zwei Stunden 1,16 *ccm*. In den nächsten 16 Stunden 1,15 pro 2 Stunden. Dann aber in den folgenden 10 Stunden 1,39 *ccm* pro 2 Stunden bei ganz gleich bleibender Temperatur. Also auch hier trat später eine Vermehrung der intramolekular ausgeschiedenen Kohlensäure ein. Aber nicht nur bei *Helianthus* und *Mais*, auch bei den Bohnen (*Vicia Faba*) habe ich dasselbe Resultat bei verschiedener Versuchsanstellung erhalten. 30 *Vicia Faba* (41,4 *g*) athmeten im Apparat Ia normal 4,75 *ccm*. In dem Apparate wurde dann durch Kohlensäure die Luft ausgetrieben und dann die Quecksilbersäule mit der Luftpumpe ein wenig in die Höhe gesogen. $1^h 25^m$ wurde der Apparat so aufgestellt. Anfangs trat ein schwaches Steigen des Quecksilbers ein; $1^h 45^m$ war deutlich das Fallen desselben zn bemerken. Die Ablesung fand $1^h 58^m$ statt. In 3 Stunden wurden 4,83 *ccm* Kohlensäure ausgeathmet, in der ersten Stunde 1,38 *ccm*; also weniger als ein Drittel der obigen Menge (1,61). Auch bei diesem Versuch fand die Kohlensäure-Absorption noch längere Zeit nach Beginn des Einleitens statt, da ja in den 3 Stunden intramolekularer Athmung ungefähr nur die Hälfte der Kohlensäure der normalen Athmung zu messen war. Es könnte bei diesem Versuche eingewendet werden, dass die Absorptionsfähigkeit während des Versuches in Folge Sättigung erloschen sei, und daraus die Vergrösserung der später ausgeschiedenen Volumina folge. Dem widerspricht der zweite gleichzeitig angestellte Versuch mit Athmung im Vacuum. 10 Stück *Vicia* (13,8 *g*) athmeten normal im Apparat Ic 3,08 *ccm* Kohlensäure. Es wurden dieselben dann ins Vacuum gebracht, dadurch, dass der ganze Apparat bis zum Hahn voll Quecksilber gesogen und dann aufgestellt wurde. Die Messung ergab in 3 Stunden 2,96 *ccm*; in der ersten Stunde 0,48 *ccm* Kohlensäure, also auch hier in der zweitten und dritten Stunde eine bedeutende Zunahme der intramolekular ausgeschiedenen Kohlensäure; während doch die Absorption hier, wenn sie zur Wirkung käme, eine Verringerung der nach und nach ausgeschiedenen Volumina veranlassen würde, da mit zunehmendem Druck auch sicher der Absorptionscoëfficient wächst. Dass übrigens das Verhältniss der intramolekularen Kohlensäure zur normalen in diesem Versuche richtig gemessen ist, ergiebt folgende Bestimmung.

Vicia Faba.

Je 50 Stück in Apparat III (63,75 *g* und 63,44 *g*).

Normale Athmung in 6 Stunden.

76,5 *mg*		67,0 *mg*
intram. in H	6 Stunden	normal
67,0 *mg* (77,7)		68,0 *mg*

Das Verhältniss der intramolekularen Kohlensäure zur normalen ist in den beiden Bestimmungen fast das gleiche.

Es ergiebt sich aus diesen Versuchen der praktische Wink, der volumetrischen Messung intramolekular ausgeschiedener Kohlensäure nicht zu grosses Gewicht beizulegen, bez. derartige Messungen im Vacuum und nur für kurze Zeiträume anzustellen. Dadurch, dass er (freilich aus andern Gründen) diese Messung im Vacuum vornahm, hat auch **Wortmann** den grössten Versuchsfehler dieser Untersuchungsmethode glücklich vermieden.

Zum Schluss sei mir gestattet, noch auf eine Frage einzugehen, mit deren Lösung ich noch beschäftigt bin. Ob nähere Beziehungen zwischen Wachsthum und Athmung stattfinden, ist nicht bekannt, wie überhaupt nicht sicher ist, ob die auf Wachsthum allein Bezug habenden Stoffwechselprozesse mit Kohlensäureausscheidung verbunden sind. Ist letzteres auch in hohem Grade wahrscheinlich, und lässt der Umstand, dass das Wachsthum bei Sauerstoffausschluss sistirt wird, es als ziemlich sicher erscheinen, dass die normale Athmung hierbei mitwirkt, so kann doch auch innere Athmung dabei vorkommen und nothwendig sein. Ich hielt es desshalb für wünschenswerth, zu prüfen, ob dies Verhältniss der intramolekularen Athmung zur normalen bei Ausschluss des Wachsthums ein unverändertes ist. Leider ist es mir bis jetzt trotz mannigfacher Bemühungen nicht gelungen, das Wachsthum (durch Anästhesiren) zu unterdrücken, ohne dass gleichzeitig eine starke Schädigung der Keimpflanzen erfolgte, doch hoffe ich bei fortgesetzten Bemühungen dies Ziel noch zu erreichen und später Weiteres darüber mittheilen zu können.

Berlin, Pflanzenphysiologisches Institut
d. Kgl. Landw. Hochschule.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel VI.

Figur 1. Apparat I für gasometrische Messung des CO_2.

A und A_1 graduirte Barometerröhren. *B* und B_1 Glocken zur Aufnahme des Untersuchungsmaterials. *C* und *D* Schliffstellen für Einsätze. *E*, *F*, *G* Hähne. *R* Glasstreifen mit Millimeterscala. *S* und *J* Spiegel. *T* Thermometer. *m* Gläschen zur Aufnahme von KOH. *n* Quecksilbergefäss.

Figur 2. Apparat II zur Bestimmung d. CO_2 in einer Atmosphäre von N_2O.

a Glockenfuss. *b* Glocke. *f* Zuleitungsrohr *v* Vorlage mit Quecksilber. *g* Wägegläschen mit Kalilauge.

Tafel VII.

Figur 1. Apparat III zur Bestimmung d. CO_2 im Wasserstoffstrome

a und *b* Gefässe zur Aufnahme der Pflanzentheile. *l* Vorlage mit Bimsstein und Kalilauge. *A* Wasserstoffentwickler. *G* Glocke. *c* Chlorcalciumrohr. *i*, *h*, *k* Hähne. *α*, *β*, *γ* Sperrventile. *p*, *q* Absorptionsröhren mit Kalilauge.* *m*, *n* Waschflaschen mit Barytwasser. *o* Waschflasche mit Kalilauge. *B* Aspirator.

Figur 2. Apparat zur quantitativen Bestimmung d. CO_2.

a Kölbchen zur Aufnahme der Absorptionskalilauge. *e* Trichterchen zum Einfüllen der Salzsäure. *l* Vorlage mit Bimsstein und Kalilauge. *m* Waschflasche mit Schwefelsäure. *n* Winkler'sche Schlange mit Schwefelsäure. *o* U-Rohr mit Kupfervitriolbimsstein. *p* U-Rohr mit Natronkalk und Chlorcalcium. *q* Chlorcalciumrohr. *B* Aspirator.

---

46. B. Frank: Ueber die Gummibildung im Holze und deren physiologische Bedeutung.

Eingegangen am 18. Juli 1884.

Das Gummi gehört zu denjenigen Pflanzenstoffen, welche einmal in der Pflanze gebildet, keinerlei weitere Umwandlung und Verwerthung zu anderen Stoffbildungen erfahren, also nicht als Uebergangs- sondern als Endproducte des Stoffwechsels auftreten und somit als Secrete betrachtet werden können. Es ist daher kaum zu bezweifeln, das wenn überhaupt dem Gummi ein bestimmter Dienst im Leben der Pflanze zufällt, derselbe auf den chemischen oder physikalischen Eigenschaften beruhen muss, welche dem Gummi als solchem eigen sind. Je nach dem verschiedenen anatomischen Vorkommen dieses Körpers, welches ja bekanntlich ein ziemlich mannichfaltiges ist, wird auch seine physiologische Bedeutung besonders geprüft werden müssen, und es soll hier nur von demjenigen Gummi die Rede sein, welches im Holze der Laubbäume entsteht, zu welchem ja auch die grösste Menge des von der Pflanzenwelt gelieferten Gummis, namentlich des Gummi arabicum und die ebenfalls von Mimosaceen abstammenden verwandten Gummiarten, sowie das Gummi des Kirschbaums und anderer Amygdalaceen gehören;

auch der aus den Stämmchen orientalischer *Astragalus*-Arten ausschwitzende Traganth wäre noch hierher zu rechnen. Ohnstreitig sind diese Gummibildungen was ihre Bedeutung für das Leben der Pflanze anlangt, so viel auch schon darüber geschrieben worden ist, noch immer räthselhafte Erscheinungen, und dies vor allen Dingen desshalb, weil man nach dem, was bisher bekannt war, sie ja gar nicht für allgemeine, sondern im Gegentheil als vereinzelte, auf relativ nur ganz wenige Holzpflanzen beschränkte Erscheinungen ansehen durfte. Zwar sind wir besonders durch Wigands[1]), meine[2]) und Prillieux's[3]) Arbeiten genauer aufgeklärt über die verschiedenen Vorgänge, wie das Gummi im Holze des Kirschbaums, den man hauptsächlich zu diesen Untersuchungen benutzte, entsteht. Aber dem Verständnisse der Bedeutung dieser Stoffbildung wird man erst näher treten, wenn man genauer den Bedingungen und Umständen, unter denen, und den Orten in der Pflanze, an denen die Erscheinung eintritt, nachforscht und damit vergleicht, was bei anderen Holzpflanzen unter gleichen Bedingungen und Umständen sich zeigt. Es ist auf diesem Wege gelungen, jenen Erscheinungen das Unvermittelte, das sie bisher hatten, zu nehmen und die Gummibildung in einer gewissen Form als eine allgemeine Erscheinung der Laubhölzer, die als regelmässige Folge bestimmter Bedingungen auftritt und deren Eintritt daher willkürlich überall hervorgerufen werden kann, nachzuweisen. Die Untersuchungen, welche zu diesem Resultate geführt haben und über welche ich nachstehend berichte, hat Herr F. Temme in meinem Institute unter meiner Leitung angestellt.

Es ist bekannt, dass bei den Amygdalaceen die Gummibildung zunächst in den Gefässen des Holzes, sowie auch in Holzzellen und Markstrahlzellen ihren Sitz hat, indem das Lumen dieser Organe ganz oder zum Theil mit jenem Stoffe erfüllt erscheint. Dadurch nimmt solches Holz eine blass röthlichbraune Farbe an, zum Unterschiede von dem gesunden Holze, welches durch bleiche, hellgelblichweisse Farbe ausgezeichnet ist, so dass man schon makroskopisch eine eingetretene Gummosis erkennen kann. Wir haben nun gefunden, dass sich diese Erscheinung jederzeit und an jedem Theile der Pflanze hervorrufen lässt, wenn man durch Verwundung eine Stelle des Holzes blosslegt; und zwar entsteht dann in der ganzen Ausdehnung der Wunde in den der letzteren zunächst angrenzenden Partieen des Holzes Gummi. Es lässt sich auf diese Weise der allmähliche Eintritt der Gummosis schrittweise studiren.

---

1) Ueber die Desorganisation der Pflanzenzelle etc. Pringsh. Jahrb. für wiss. Bot. III. p. 115.

2) Ueber die anatomische Bedeutung und Entstehung der vegetab. Schleime. Daselbst V. p. 25.

3) La formation de la gomme etc. Ann. des sc. nat. 6. sér. Bot. T. I. p. 176.

In meinem Versuchsgarten wurden an jungen Kirschbäumen (*Prunus avium*) zu verschiedenen Jahreszeiten an völlig gesunden Zweigen von ein- und zweijährigem Alter durch tangentiale Schnitte Flachwunden von ca. 1 *cm* Länge angebracht. Der Erfolg war immer in der Hauptsache der gleiche, nur trat er im Herbste etwas langsamer als im Frühlinge ein. Nach 8 – 10 Tagen geht die Farbe des Holzes an den Wundstellen mehr ins Röthliche über. Der Querschnitt zeigt, dass die Membranen der Holzzellen, im normalen Holze völlig farblos, hier eine sehr blass bräunliche Farbe angenommen haben, aber so schwach, dass nur auf dickeren Querschnitten und besonders im auffallenden Lichte auf der Holzmasse das Colorit hervortritt. Ausserdem rührt aber die Veränderung auch von einer sehr intensiven Färbung der Markstrahlen her. Letztere haben hier eine braune Inhaltmasse in Form meist zahlreicher, verschieden grosser, aber im Allgemeinen sehr kleiner brauner Körnchen, welche vorwiegend an der Zellwand sitzen oder die Stärkekörner umgeben; an stark gebräunten Zellen sind wohl auch die Stärkekörner selbst zum Theil in diese braune Substanz verwandelt, indem sie von Jod nicht mehr violett gefärbt worden, oder auch gänzlich verschwunden und durch die braune Substanz ersetzt. Letztere erweist sich nach den unten zu beschreibenden Reactionen als Gummi, welches hier also als Neubildung im Zellinhalte und zum Theil als Umwandlung der Stärkekörner entsteht. Nach 4 bis 5 Wochen ist die Verfärbung des Holzes an der Wundstelle stärker geworden, indem die Gummibildung in den Markstrahlen zugenommen und nun auch in dem Lumen der Gefässe und Holzzellen begonnen hat in der schon durch frühere Beobachter beschriebenen Weise in Form von Gummitropfen, welche auf der Innenfläche der Membranen ausschwitzen und bei den Holzzellen das enge Lumen sehr bald ausfüllen, bei den weiten Gefässen während ihres Grösserwerdens längere Zeit als frei in das Lumen ragende Massen unterscheidbar bleiben ehe sie das letztere ganz erfüllen. Auch dieses Gummi ist von mehr oder minder gelber oder brauner Farbe oder nimmt dieselbe bald nach seiner Entstehung an, wodurch das zunehmende Dunkelwerden des Holzes an der Wundstelle sich erklärt. Zu erwähnen ist, dass in solchem Holze auch häufig Thyllenbildung in den Gefässen eintritt, so dass man oft die Gefässlumina zum Theil durch Gummimasse, zum Theil durch Thyllen ausgefüllt findet. Das sind die bisher als erstes Stadium der Gummosis bei den Kirschbäumen bekannten Erscheinungen, die sich nach Vorstehendem also als regelmässige Folge von Verwundung jederzeit willkürlich hervorrufen lassen.

Zum Vergleich wurden nun andere nicht zu den Amygdalaceen gehörige Laubhölzer gewählt. Es wurden ebensolche Flachwunden angebracht an Zweigen z. B. von *Gleditschia triacanthos*, *Pyrus malus*, *Quercus pedunculata*, *Juglans regia*. Der Erfolg war in allen wesentlichen Punkten derselbe, wie bei jenen: regelmässig tritt an dem der Wundstelle angrenzenden Holze Dunkelung ein, welche ihren Grund in den nämlichen anatomischen Veränderungen wie dort hat, also Auftreten braunen körnigen Gummis in den Markstrahlzellen und gelber oder brauner Gummitropfen in den Holzzellen und namentlich in den Gefässen, deren Lumen meist sehr bald ausfüllend; auch Thyllenbildung wird hier nicht vermisst. Es wurden nun auch von verschiedenen Laubhölzern allerhand Axentheile mit grösseren oder kleineren Wunden, die von irgend welchen früheren Anlässen herrührten und noch nicht durch Ueberwallung bedeckt waren, in dieser Beziehung untersucht. Auch hier zeigte sich, dass die bekannte an jeder Holzwunde eintretende dunklere Färbung des Holzes auf der nämlichen Erscheinung beruht: einestheils eine in den Membranen der Holzelemente vorhandene sehr blasse Bräunung, anderntheils und als hauptsächlicher Grund dieselbe Entstehung bräunlicher Gummimassen in den Markstrahlen, Holzzellen und Gefässen wie oben beschrieben; nur sind die die Gefässlumina ausstopfenden Secretionen nicht immer wie bei den Amygdalaceen einfache homogene klare Tropfen, sondern oft aus vielen kleine Tropfen oder Körnchen zusammengesetzte Aggregate, die in Folge dessen weniger hell, sondern mehr trübe, grau oder schwärzlich erscheinen.

Zum Beweise aber, dass wir es hierbei immer mit einem und demselben chemischen Stoff, und zwar mit Gummi zu thun haben, diente die Uebereinstimmung der Reactionen, welche in allen jenen Fällen durchprobirt wurden und in der That überall dieselben Resultate ergaben, wie bei den Amygdalaceen. Dieses Gummi ist eine im Wasser nicht nur unlösliche, sondern auch nicht zu Schleim und nicht einmal in geringem Grade (auch nicht beim Kochen) bemerkbar aufquellende Modification. Es ist ferner unlöslich in Alkohol, Aether, Schwefelsäure, Kalilauge. Dagegen wird es, wie überhaupt jedes Gummi, durch Kochen mit Salpetersäure gelöst, wobei es in Oxalsäure und Schleimsäure übergeführt wird. Mit verholzten Zellmembranen hat es die Eigenschaft gemein, aus einer Fuchsinlösung den Farbstoff aufzuspeichern, sowie mit Phloroglucin und Salzsäure intensiv rothe Färbung anzunehmen. Eine interessante und überall übereinstimmende Reaction besteht darin, dass wenn man die Schnitte etwa eine Viertelstunde lang mit verdünnter Salzsäure und chlorsaurem Kali digerirt hat, das Gummi noch nicht aufgelöst, aber in einen anderen Körper übergeführt ist, der gestaltlich noch ebenso wie früher in den Gefässen etc. enthalten, auch in Wasser unlöslich, aber in Weingeist sehr leicht löslich ist. Erst längeres Digeriren mit Salzsäure und chlorsaurem Kali bringt den Körper zum Verschwinden. Das Gummi wird also bei dieser Behandlung zunächst in einen seinen Reactionen nach an die Harze erinnernden neuen Körper übergeführt, dessen nähere chemische Eigenschaften bis jetzt noch nicht sich feststellen liessen, mit dessen Untersuchung und Reindarstellung aber Herr Dr. Tschirch jetzt beschäftigt ist, und über den er seiner Zeit berichten wird. — Die braune oder gelbe Farbe, welche dieses Gummi besitzt, rührt jedenfalls von einem mit demselben gemengten Farbstoff her, vermuthlich dem nämlichen, der auch in den Membranen solchen verwundeten Holzes entsteht.

Von der profusen Gummibildung, bei welcher das Secret in oft umfangreichen Massen an der Oberfläche der Stämme und Zweige hervorquillt, ist hier nicht geredet worden. Sie besteht beim Kirschbaum bekanntlich darin, dass in der Nähe solchen Holzes, in welchem Gummibildung in den Gefässen und Holzzellen eingetreten ist, die Cambiumschicht, wenn sie noch thätig ist, ein abnormes Holzparenchym erzeugt, dessen Zellen allmählich unter vollständiger Desorganisation der Membranen in Gummi sich umwandeln, sowie darin, dass auch in der Rinde Umwandlung von Gewebe in Gummi eintritt. Dieser höhere Grad der Gummosis bleibt als eine Eigenthümlichkeit auf die Amygdalaceen, gewisse Mimosaceen und wenige andere Holzpflanzen beschränkt. Aber die oben beschriebene Form der Gummosis ist eine allgemeine und als Folge gleicher Veranlassungen eintretende Erscheinung bei den Laubbäumen. Die Gummibildung ist daher mit der Harzbildung der Coniferen genau zu vergleichen, denn wie hier das Gummi, so entsteht bekanntlich dort das Harz an jeder Stelle, wo der Holzkörper verwundet ist, indem es die Membranen der Holzzellen imprägnirend und die Höhlungen derselben mehr oder minder erfüllend die Beschaffenheit des sogenannten Kienholzes bedingt, wie es sich an jeder Wundstelle zu bilden pflegt. Der Umstand dass in der Nähe von Wunden mancher Nadelbäume die noch thätige Cambiumschicht oft Harzdrusen durch Umwandlung abnormen Holzparenchyms entstehen lässt, auch Rinden in Harz sich umwandeln und dadurch Harzausfluss eintreten kann, macht die Uebereinstimmung mit der Gummibildung noch vollständiger.

Die Thatsache, dass am Kirschbaume Gummibildung als Folge von Verwundung eintritt, ist schon früheren Beobachtern nicht entgangen. Man vergleiche, was ich in meinem Handbuche der Krankheiten der Pflanzen hierüber, und besonders über Sorauer's und meine Beobachtungen gesagt habe. Aber es ist bisher noch nicht der experimentelle Beweis dafür erbracht worden, dass es ein als Folge von Verwundung regelmässig eintretender Process und in diesem Sinne auch eine bei allen Laubhölzern allgemeine Erscheinung ist. Diese Thatsache muss nun aber nothwendig ein Licht auf die physiologische Bedeutung des Processes werfen. Von der Harzbildung am verwundeten Coniferenholze wird jetzt wohl allgemein angenommen, dass sie eine Schutzeinrichtung für das unter der Wunde liegende Holz ist, ein Conservirungsmittel, welches indem es Membran und Innenraum der Holzzellen erfüllt, gleich einem Wundbalsam dem Eindringen von Luft und Wasser in das gesunde Holz vorbeugt. Ich glaube, dass man unter Berücksichtigung aller näheren Umstände auch dem Wundgummi der Laubbäume eine ähnliche Rolle zuschreiben muss. Dem anders gebauten Laubholze mit seinen aus langen Gefässröhren bestehenden weiten Poren dürfte das Gummi hierbei einen besseren Dienst als Harz oder Terpentinöl leisten. Nach dem, was wir bis jetzt über die bei der Wasserströmung, eine der wichtigsten Functionen des Holzkörpers, thätigen Kräfte wissen, scheint die Abgeschlossenheit der Gefässluft und der damit zusammenhängende negative Druck derselben, wie er thatsächlich in der Pflanze besteht, ein wichtiger Factor bei der Functionirung des Holzes als wasserleitendes Gewebe zu sein. Eine Oeffnung von Gefässen findet aber fast bei jeder Holzverletzung statt, und auch für die nächsten nicht direct verletzten Gefässe ist bei der bekannten Communication der Elementarorgane des Holzes unter sich, ein Verlust der Luftdichtigkeit durch eine nahe Wunde unvermeidlich. Betrachtet man das Auftreten des Wundgummis genauer, so lässt sich nicht verkennen, dass dadurch wirklich ein Wiederverschluss der luftführenden Räume des Holzes nach aussen erzielt wird, weil sowohl das Lumen der Gefässe als auch dasjenige aller engeren Elemente des Holzkörpers in der ganzen Ausdehnung der Wundfläche und von da rückwärts bis zu einer gewissen Tiefe in das Holz hinein mit Gummi verstopft wird. Namentlich zeigt die Form des in den weiten Gefässen auftretenden Gummis, dass dasselbe wahre Pfropfen bildet, durch welche das Gefässrohr verschlossen wird. Auf Schnitten, die in der Richtung der Gefässe gehen, sieht man, dass ein und dasselbe Gefäss keineswegs auf längere Strecken gleichmässig mit Gummi erfüllt ist, sondern dass es nur an einem oder an einigen einzelnen Punkten inwendig eine Gummimasse trägt, wodurch offenbar der Zweck mit möglichst wenig Material erreicht wird. Entweder sieht nämlich die Gummimasse wie ein kugelrunder Tropfen aus, der von einem Punkte aus weit in das Gefässlumen hineinragt oder wie eine in der Querrichtung in einem Bogen mehr oder weniger weit herumgreifende Wulst, oder sehr häufig wie ein vollständig das Lumen ausfüllender Querpfropf, wie er endlich entstehen muss, wenn wir uns jenen Tropfen oder jene Wulst sich nach und nach vergrössern denken. Hiermit stimmt auch überein die allmähliche Entstehungsweise der Gummiverschlüsse an den Gefässen, wie man sie schrittweise verfolgen kann, wenn man gleichzeitig eine Anzahl künstlicher Verwundungen angebracht hat, die man dann successive untersucht. Bei dieser Gelegenheit liess sich zugleich die Frage der stofflichen Herkunft des Gummis in Gefässen und Holzzellen nochmals studiren. Bekanntlich hatte Wigand dasselbe total als ein Umwandlungsproduct der Membranen der betreffenden Organe erklärt. Ich war dann in meiner Arbeit über das Gummi dem entgegengetreten und hatte geltend gemacht, dass wenigstens der weitaus grösste Theil der in den Gefässen sitzenden Gummimassen als Neubildung zu betrachten sei und nur das relativ geringe Membranstück, auf welchem dieselben sitzen in die Gummimetamorphose hineingezogen werde. Später hat Prillieux in seiner oben citirten Untersuchung jegliche, also auch die von mir noch angenommene Betheiligung der Membran an dieser Gummibildung bestritten. Neuerlich habe ich noch in meinem Handbuche (pag. 87) gegen Prillieux meine frühere Meinung vertreten; ich finde nämlich wirklich, dass namentlich unter grossen Gummisecreten die Gefässwand nicht mehr erkennbar ist. Dieses erkläre ich mir jetzt so, dass hier entweder nachträglich wirklich eine Umwandlung der Membranen in Gummi erfolgt oder dass dieselben sich so stark mit Gummi imbibiren, dass sie gleiches Lichtbrechungsvermögen wie die Gummieinschlüsse des Gefässlumens annehmen und daher optisch von ihnen nicht differenzirt erscheinen. Dagegen schliesse ich mich jetzt nach dem Befunde, welcher sich bei der Untersuchung des Beginnens der Gummibildung ergeben hat, vollständig Prillieux an und behaupte: die Substanz, welche zur Bildung des Gummi in Gefässen und Holzzellen dient, diffundirt aus den engrenzenden lebensfähigen Zellen durch die Membran in das Lumen jener Organe und tritt hier zuerst in Form ganz kleiner Tröpfchen, wie eine Ausschwitzung auf der inneren Oberfläche der Membran, auf. Die letztere erscheint dabei ebenso wenig wie später, wo die Tropfen allmählich wachsen, in Aussehen und scharfer Begränzung irgendwie verändert, was vielmals auf den dünnsten Schnitten und mit den stärksten Vergrösserungen sicher constatirt werden konnte[1]). Es bleibt also nur übrig anzunehmen, dass das gummiliefernde Material aus den Nachbarzellen bezogen wird. Damit steht auch im Zusammenhange, dass die Stellen der Gefässmembran, auf welchen die Gummitropfen ausschwitzen immer solche sind, welche an eine Markstrahlzelle oder an eine Zelle der die Gefässe begleitenden Holzparenchymstränge angrenzen, also an Zellen des Holzkörpers, welche lebensthätigen Inhalt führen. Entsprechen die Orte der Gummibildung dem Zwecke das verwundete Holz wieder luftdicht zu verschliessen, so kann man auch dem dazu gewählten Stoffe die Zweckmässigkeit nicht absprechen. Hier gewinnt namentlich die merkwürdige Abweichung des Wundgummi im Holze von dem frei an die Oberfläche der Pflanze ergossenen gewöhnlichen Gummi Bedeutung, nämlich dass es unlöslich und nicht einmal aufquellbar in Wasser ist, wodurch also seine Dauerhaftigkeit und Widerständsfähigkeit gegen etwa von aussen eindringendes Wasser bedingt wird. Die in den Gefässen sitzenden Gummi-

---

1) Diese entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen zeigen also, dass in diesem Falle die von Beijerinck (Onderzoekingen over de Besmettelijkheid der Gomziekte bij Planten. Amsterdam 1883) behauptete allgemeine Betheiligung von Pilzen an der Gummibildung nicht zutrifft.

pfropfen lassen sich auch im Wasser mit der Präparirnadel wie feste knorpelharte Körper anfühlen. Offenbar ist ein solcher Körper, plastisch und doch resistent zugleich, zur Verstopfung der Gefässröhren und der anderen Holzelemente vorzüglich geeignet.[1])

Wenn die hier ausgesprochene Ansicht über die Bedeutung des Gummi richtig ist, so muss man erwarten, dass die Pflanze auch an allen Orten, wo durch welche Veranlassung auch immer der Abschluss des Holzsystems nach aussen aufgehoben oder gefährdet ist, durch Gummibildung denselben wieder herzustellen sucht. Durch das alljährlich eintretende Abfallen der Blätter, der Fruchtstiele, der sich ablösenden Zweige entstehen an der Pflanze ebensoviele Wundstellen, und offene Unterbrechungen von Fibrovasalsträngen. In der That findet man unter jeder Blattnarbe die hier unterbrochenen Blattspurstränge in ihren Xylemelementen, besonders in ihren Gefässen durch Gummipfropfen verschlossen, die sich vorwiegend in der durch das Blattpolster im Bogen nach aussen gewendeten Strecke der Blattspurstränge bilden, so dass die letzteren hier regelmässig eine quer durch sie hindurchgehende gummificirte Zone erkennen lassen. Diese früher von mir für den Kirschbaum schon beschriebene Erscheinung erwies sich bei den erneuten Untersuchungen wirklich als ein regelmässiges und auch bei den anderen Laubbäumen zu beobachtendes Vorkommen. Dasselbe gilt auch für die natürlichen Zweigbruchstellen, wo in dem stehengeblieben Stumpfe, soweit derselbe am Leben geblieben ist, die Gefässe sich mit Wundgummi verstopfen. Interessant ist dabei die Beobachtung, dass die Dichtung mit Gummi in den Fibrovasalsträngen solcher natürlichen Wunden unterbleibt, wenn durch ein anderes Mittel ein früherer Verschluss erreicht worden ist. Bei Untersuchung der an den Zweigen befindlichen Narben abgefallener Fruchtstiele des Birnbaumes war keine Gummibildung in den Fibrovasalsträngen zu finden; statt dessen hatte die nahe unter der Wundstelle im Grundgewebe entstandene Wundkorkschicht so kräftig sich entwickelt, dass sie die durchgehenden Fibrovasalstränge nach und nach völlig durchschnürt und sich zu einer lückenlos zusammenhängenden Korkplatte ausgebildet hatte, so dass nun die Gefässbündelenden hinter dieser luftdicht schliessenden Decke sich befanden und der Verschluss durch Wundgummi unnöthig war. — Ausser bei unmittelbar mechanischer Verwundung würde aber auch überall da, wo mit der Pflanze noch in Verbindung stehende Theile absterben, Eindringen von Aussenluft, von schädlicher Feuchtigkeit in das noch lebensthätige Holz unvermeidlich sein. Thatsächlich findet auch da, wo in Folge schädlicher Einflüsse, wie Frost, Insektenfrass, mangelhafter Ernährung etc., ein Dürrwerden von Zweigen, Aesten oder Stammtheilen eintritt, gegen die leidenden Theile hin in den noch lebensthätigen Partien Bildung von Wundgummi statt, wie es ja bei den Amygdalaceen längst bekannt ist, so dass auch der Eintritt des Processes unter diesen Verhältnissen sich, was die Bedeutung der Gummibildung anlangt, mit unter den allgemeinen Gesichtspunkt einfügen würde. Endlich sind wohl auch die Veränderungen mit hierher zu rechnen, welche das Holz unter normalen Verhältnissen jedesmal bei der Umwandlung in Kernholz erleidet. Der mikroskopische Befund zeigt hier als nächste Ursache der Dunkelung des Holzes wiederum Farbstoffe, welche in der Membran der Holzelemente auftreten, meist von brauner oder gelbbrauner Farbe, bei manchen Pflanzen, wie bekanntlich bei den Farbhölzern, auch von anderen Farben. Zugleich aber findet man auch hier allgemein Verschluss der Gefässlumina durch Gummi oder durch Thyllen. Dass man dem Processe auch hier wieder dieselbe physiologische Deutung geben darf, liegt auf der Hand, denn bei der früher oder später eintretenden Zerstörung der centralen Partien des Holzkörpers, welche zum allmählichen Hohlwerden des Baumstammes führen, kann dem Verluste des luftdichten Abschlusses des Gefässsystemes des Splintes nach innen nur durch einen Mantel solchen Kernholzes vorgebeugt werden. Querschnitte hohler Baumstämme oder Aeste zeigen mir auch immer eine zusammenhängende Kernholzscheide, welche das Holz nach innen zu von der Höhlung abschliesst und überhaupt immer so orientirt ist, dass sie alle inneren Wunden des Holzkörpers auskleidet.

---

[1]) Dagegen wird man demjenigen Gummi, welches nur bei wenigen Holzpflanzen in grossen Quantitäten nach aussen abgesondert wird, gleich den übrigen nach Verwundungen hervorfliessenden Secreten, wohl mit de Vries (Landw. Jahrb. X. Heft 4) die Bedeutung äusserer schützender Wundenüberzüge zuschreiben müssen.

Es lässt sich auch durch einfache Versuche nachweisen, dass das Holz durch die hier beschriebenen Verstopfungen seiner Elemente in der That seine Durchlüftungsfähigkeit verliert. Man nimmt lebende Zweige, die vor einiger Zeit an ihrem oberen Ende geköpft worden waren und nun daselbst in einer Strecke von 1—2 *cm* ihr Holz gebräunt haben, zieht die Rinde vollständig ab und setzt nun den Holzkörper mittelst eines durchbohrten Pfropfens in das untere Ende eines verticalstehenden Glasrohres so ein, dass er mit der organisch unteren Hälfte in dem Glasrohre, mit der anderen durch das gebräunte Ende bezeichneten Hälfte auswendig in der Luft sich befindet. Der Pfropfen, sowie die ganze Oberfläche des auswendig befindlichen Holzes mit Ausnahme des gebräunten Endes werden mit Wachs-Collophonium luftdicht überzogen. Füllt man nun in die Röhre soviel Wasser, dass das Holz davon bedeckt ist, und saugt mittelst der Wasserstrahlpumpe am oberen Ende des Glasrohres Luft aus demselben, so dauert das Entweichen von Gasblasen aus der Schnittfläche des Holzes nur so lange, bis das Holz ausgepumpt ist. Dann lässt das Entweichen von Blasen allmählich bis zum Aufhören nach. Schneidet man nun, während die gleiche Saugkraft der Pumpe fortdauert, von der unteren offenen Wundstelle des Holzes eine Scheibe nach der anderen ab, so bleibt alles ziemlich unverändert, so lange man noch in der gebräunten Region sich befindet; in dem Augenblicke aber, wo das Messer das weisse Holz erreicht hat, stürzt ein lebhafter Blasenstrom aus der oberen Schnittfläche hervor und geht nun ununterbrochen Stunden lang mit gleicher Lebhaftigkeit fort, so lange die Pumpe arbeitet, zum Beweise, dass im weissen Holze Durchlüftung stattfindet, welche durch die Bedeckung mit dem gebräunten Holze aufgehoben wird.

Ich fasse hiernach die Bildung von Wundgummi und von Thyllen im gefässführenden Holze als einen allverbreiteten Lebensprocess auf, dazu bestimmt eine Schutzeinrichtung zu schaffen, welche den Abschluss des lebensthätigen Holzes gegen die Aussenluft herbeiführen und die dadurch bedingte Funktionsfähigkeit desselben ungestört erhalten soll.

Es ist von Interesse, zu sehen, dass zwei ihrer Natur nach sehr verschiedene Processe, wie es Thyllen- und Gummibildung sind, doch denselben physiologischen Zweck haben. Dass die Gummibildung gerade so wie die Entwickelung der Thyllen wirklich eine Lebenserscheinung, kein rein chemischer Zersetzungsprozess ist, geht auch schon aus dem Umstande hervor, dass sie in abgeschlagenen Zweigen und Aesten und im gefällten Holze, sobald dasselbe abgestorben ist, nicht eintritt. Auch die Farbstoffe, welche in der Membran der Elemente des verwundeten Holzes wie des Kernholzes auftreten und sehr häufig auch in dem Wundgummi enthalten sind, entstehen offenbar durch einen Lebensprocess; auch sie geben wahrscheinlich solchem Holze gewisse physiologisch vortheilhafte Eigenschaften, die neben der luftdichten Verstopfung der Gefässe und Holzzellen eine Rolle spielen, vielleicht conservirende Kraft haben, nur fehlen in dieser Beziehung noch die nöthigen Erfahrungen. Es wird sich empfehlen, den hier charakterisirten Zustand des Holzes, zu welchem auch das Kernholz gehören würde, mit Rücksicht auf seine physiologische Function, allgemein als Schutzholz zu bezeichnen.

Zuletzt darf nicht unerwähnt bleiben, dass der hier behandelte Gegenstand auch schon von anderen Forschern berührt worden ist. Gelegentlich seiner Untersuchungen über die Funktion der vegetabilischen Gefässe macht Böhm[1]) die Bemerkung, dass an der Grenze von gesundem und abgestorbenem Holz, z. B. an Aststumpfen die Gefässe mit Thyllen oder „einer gummiartigen Substanz“ erfüllt seien, und dass auch im Kernholze solche Ausfüllungen der Gefässe entstehen; auch spricht er hier direkt die Meinung aus, es habe dies den Vortheil, dass dadurch „die grössten Gefässe alsbald wieder verschlossen und so das Pflanzeninnere vor der Einwirkung schädlicher äusserer Agentien geschützt werde.“ Wenn dagegen Böhm die Ursache der Entstehung von Thyllen und Gummi in dem Umstande zu finden meint, dass in solchen Gefässen anstatt Luft von geringerem Drucke wie in den unversehrten Gefässen, solche von gewöhnlicher Tension enthalten sei, so scheint mir dies nicht zu erklären, warum jene Vorgänge gerade nur in der Nähe der Wundstellen eintreten. Ich halte dafür, dass es nicht so einfach sein wird, die drei hierbei zu unterscheidenden Processe, nämlich die Bildung neuer farbstoffartiger Verbindungen in den Membranen der Holzelemente, die Erzeugung von Gummi und die Entwickelung von Thyllen, ursächlich zu erklären. Mir scheinen sie am nächsten mit denjenigen Neubildungen vergleichbar, welche als sonstige Folgen von Verwundungen nur in der Nähe der Wunden eintreten, wie die Bildung von Kallus und von Wundkork. Auch Sanio[1]) und de Bary[2]) haben im Kernholze Ausfüllungen der Gefässe mit einem homogenen oder granulösen Körper beobachtet. — Mit den Veränderungen, welche im verwundeten Laubholze eintreten, hat sich auch R. Hartig beschäftigt. In seinem Buch über die Zersetzungserscheinungen des Holzes (Berlin 1878) spielen die hier in Rede stehenden an allen Wundstellen des Holzkörpers eintretenden Bräunungen eine wichtige Rolle und werden als erstes Stadium von „Zersetzung des Holzes“ oder von „Wundfäule“ bezeichnet. Dass sie diese Benennungen nicht verdienen, sondern etwas ganz anderes sind, als wofür sie Hartig gehalten, wird aus den vorstehenden Untersuchungen sich ergeben haben. Vollends fehlerhaft ist aber das feinere anatomische Detail von Hartig behandelt und gedeutet worden. Da er Laubhölzer, insbesondere Eiche untersuchte, so konnte ihm zwar nicht entgehen, dass die Elemente solchen Holzes mit einer sonst nicht vorhandenen Substanz erfüllt sind. Dass dieselbe Gummi ist, hat Hartig nicht erkannt. Nach den pag. 66 und 140 gemachten Bemerkungen soll die schwarzbraune Färbung des „wundfaulen Holzes“ ihren Grund darin haben, dass eine gelbe oder bräunliche Flüssigkeit im Innern der Organe des Holzes enthalten ist, welche von dem Eindringen des Aussenwassers herrührt und „nach dem Austrocknen sich als Kruste auf der Wandung ablagern oder als brüchige nach verschiedener Richtung beim Trocknen rissig gewordene gelbe oder bräunliche Substanz das ganze Innere fast ausfüllt.“ Wir haben oben gesehen, dass die hier gemeinten Ausfüllungen der Holzorgane einen Aggregatzustand besitzen, der nichts weniger als den Namen einer Flüssigkeit verdient, und auch schon von seinem ersten Entstehen an die nämliche hart knorpelige Consistenz und vollständige Unlöslichkeit in Wasser besitzt wie späterhin. Ebenso willkürlich und ohne jede nähere Prüfung hingestellt ist Hartig's Deutung der chemischen

---

[1]) Bot. Ztg. 1879, p. 229.

---

1) Bot. Ztg. 1863, p. 126.

2) Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane, p 524.

Natur dieser Ausfüllungen. Es werden nämlich die in abgestorbenen Zellen häufig eintretenden Bräunungen der Membranen und des Protoplasmas ohne Weiteres auf diese Ausfüllungen übertragen und letztere als „Humuslösung“ ausgegeben; es seien Zersetzungsproducte des Zellinhaltes, welche durch das eindringende Aussenwasser gelöst und weiter in das Holz fortgeführt werden. Diese ganz unbegründeten und wie aus dem Vorstehenden hervorgeht, unrichtigen Annahmen, beherrschen zum nicht geringen Theile die Hartig'sche Theorie der Wundfäule des Holzes und sehen das, was wir hier als eine durch eigene Lebensthätigkeit des Baumes geschaffene Schutzeinrichtung auffassen, schon als eine Zerstörung an. Zur Bestätigung seiner Meinung, man habe hier schon einen Fäulnissprocess vor sich, bemerkt Hartig, dass in den Theilen, wo solche braune Ausfüllungen sich finden, „eine Ablagerung von Stärkemehl nicht mehr erfolgt, also der Tod der Zellen angenommen werden muss.“ Dieser Schluss ist nicht berechtigt. Wir können sehr wohl begreifen, dass in denjenigen Holzpartien, welche durch ihre Ausfüllungen gewissermassen die Rolle einer Wundendecke übernommen haben, alle sonstigen Lebensfunctionen des Holzes, als durch die veränderte Beschaffenheit unmöglich gemacht und auch als zwecklos unterbleiben. Die dadurch erst entstandenen Eigenschaften des Holzes und diejenigen, die dasselbe vorher hatte, wo jene Neubildungen in ihm eingeleitet wurden, können doch nicht für gleich gehalten werden. — Ich darf nicht verschweigen, dass ich in meinem Handbuche „Die Krankheiten der Pflanzen“, pag. 143, die in Rede stehenden Erscheinungen noch ganz im Hartig'schen Sinne als erstes Stadium der Wundfäule dargestellt habe. Erst späterhin widmete ich der Sache eigene Untersuchung und musste desshalb damals in dieser Frage nach dem Principe verfahren, welches man immer befolgen muss, wenn man ein Lehrbuch über eine ganze Wissenschaft schreibt, nämlich allen anderen Forschern, denen man allgemein Vertrauen schenkt, das Wort über die nur von ihnen bearbeiteten Fragen zu lassen. Dass man durch ein solches Vertrauen doch auch getäuscht werden kann, lehrt der vorstehende Fall, und es ist ein eigenes Zusammentreffen, dass gerade R. Hartig in seinem neueren Buche „Lehrbuch der Baumkrankheiten, Berlin 1882“, in welchem betreffs der Wundfäule des Holzes genau dieselben Irrthümer wiederkehren (vergl. pag. 140 bis 141), meinem Handbuche den Vorwurf glaubt nicht ersparen zu können (vergl. p. 3), dass darin die Arbeiten Anderer „nicht immer mit der wünschenswerthen kritischen Sichtung zusammengestellt worden sind.“

Pflanzenphysiologisches Institut der landwirthschaftl.
Hochschule zu Berlin.

47. B. Frank: Berichtigung der Angriffe des Herrn C. Müller.

Eingegangen am 18. Juli 1884.

Was ich auf den Artikel Nr. 34, „C. Müller, Bemerkungen zu meiner Dissertation und deren Abdruck in Thiel's landwirthschaftlichen Jahrbüchern“ im 5. Hefte dieses Jahrganges unserer Berichte zu erwiedern habe, ist nur eine Berichtigung. In meiner unter Nr. 23 erschienenen Abhandlung über das Wurzelälchen hatte ich die Bemerkung, dass Herr C. Müller unberechtigter Weise die Priorität der Entwickelungsgeschichte der eiertragenden Cysten des Wurzelälchens beansprucht habe, aufgenommen, und zwar entsprechend der Würde unserer Berichte und der wissenschaftlich doch ziemlich belanglosen Bedeutung eines Prioritätsstreites, an abgesonderter Stelle unter dem Texte. Darauf hat Herr M. in dem citirten Aufsatze erwiedert, mit welchem zum ersten Mal in unseren Berichten in der Reihe der wissenschaftlichen Mittheilungen ein Artikel erschien, der ein sachlich-wissenschaftliches Thema absolut nicht behandelt; denn er ist ausschliesslich, 12 Seiten lang zum Kampfe gegen meine Wenigkeit geschrieben. Die lange Kette von Angriffen, durch die er mich herausfordert, liegt grossentheils der Sache, um die es sich handelt, fern, und ist vielfach von einem Inhalte, der keiner Antwort werth erscheint. Die Zeit ist mir zu kostbar, um ein Exposé über Artikel solchen Inhaltes zu schreiben, und wie mich dünkt nicht minder den Lesern unserer Berichte, um dergleichen zu lesen. Darum beschränke ich mich auf eine thatsächliche Berichtigung, welche nöthig geworden ist, weil mir Herr M. einen Gedanken unterlegt, den ich keinen Augenblick gehabt habe und dessen Substitution eben Herrn M. die Möglichkeit giebt, mich einer gegen ihn gerichteten grundlosen Beschuldigung anzuklagen und damit eine Veranlassung zur Replik zu finden. Herr M. meint nämlich, ich hätte ihn eines Diebstahls bezichtigt, ich hätte behauptet, meine vor seiner ersten Dissertation erschienene Mittheilung, welche die fragliche Entwickelungsgeschichte schon aufklärt, sei von ihm deshalb unerwähnt geblieben, um mir dies wegnehmen und für sein Werk ausgeben zu können.

Ich erkläre hier nochmals, wie ich meine Worte, Herr M. habe sich die Priorität in dieser Sache anzueignen versucht, gemeint habe. Herr M. und ich haben völlig unabhängig von einander die Entwickelungsgeschichte der Wurzelälchencysten studirt und beide sind zu gleichen Ergebnissen gekommen; ich habe früher als Herr M. in einer kurzen Mittheilung das hauptsächliche Resultat davon publizirt. Diese Mittheilung ist Herrn M. nicht bekannt geworden, er konnte sie also auch in seiner darnach erschienenen Dissertation nicht berücksichtigen. Wegen dieses Versehens habe ich ja auch Herrn M. durchaus keinen Vorwurf gemacht. Aber dass, wenn Herr M. erfahren würde, es sei schon vor ihm und noch dazu von ihm unbemerkt der Hauptpunkt dessen, was er als seine Entdeckung bezeichnet hatte, von einem Anderen gesehen und publicirt worden, — dass das ihn nicht gleichgültig lassen würde, das musste man schon beim Lesen seiner ersten Dissertation befürchten, denn dort schon betrachtet Herr M. offenbar alle Forscher, die vor ihm genauer mit der Sache sich beschäftigt hatten, als seine Feinde und spricht über deren Untersuchungen in einem ganz ungehörig geringschätzenden Tone. Und so galt es denn, nachdem Herr M. Kenntniss meines Aufsatzes erhalten, auch von diesem Feinde Herrn M. als unberührt hinzustellen. Die alte Dissertation wird mit einem neuen Titel aufgeputzt und mit einem Literaturverzeichnisse versehen, in welchem nun auch meine Mittheilung citirt ist, um formellen Einwänden zu begegnen, sonst aber in demselben Wortlaute in den Thiel'schen Jahrbüchern wieder abgedruckt, also auch mit derselben historischen Einleitung, die Herrn M. als dem Entdecker huldigt. Hiermit hat die Wahrheitsentstellung begonnen; das allein war es, was ich in meiner Note gekennzeichnet habe, und das kann auch die M.'sche Entgegnung durch ihre Länge und sonstigen Eigenschaften nicht verdecken.

48. G. Volkens: Die Kalkdrüsen der Plumbagineen.

(Mit Tafel VIII.)

Eingegangen am 21. Juli 1884.

1. Art der Kalkablagerung.

Kohlensaurer Kalk als Auflagerung auf der Epidermis höherer Gewächse ist bisher bei Saxifragen, Plumbagineen, Farnen und gewissen Wasserpflanzen nachgewiesen worden. Bei den letzteren ist die Erscheinung wohl eine rein zufällige. Die Beobachtungen, welche Reinsch[1] darüber mittheilt, lassen keine andre Deutung zu, als dass die beschriebene Kruste auf den Blättern der angeführten *Potamogeton-*

---

[1] Flora 1858, p. 723.

arten dieselbe Niederschlagsdecke darstellt, wie sie in kalkhaltigen Kohlensäuerlingen sich auch auf unorganischen Körpern abzusetzen pflegt. Bei den übrigen Pflanzen ist die Kalkablagerung, wenigstens der ursprünglichen Entstehung nach, auf bestimmte Stellen der Blätter und Stengel lokalisirt. Die Saxifragen und Farne zeigen sie oberhalb kopfig angeschwollener Nervenendigungen, also unmittelbar da, wo das Wasserleitungssystem im Blatt gewöhnlich unter Vermehrung seiner trachealen Elemente blind aufhört. An solchen Stellen findet, wie ich in einer früheren Arbeit[1]) gezeigt habe, ganz im Allgemeinen im Pflanzenreich in der Nacht bei herabgedrückter Transpiration und fortbestehendem hydrostatischen Druck eine liquide Wassersecretion statt. Die Saxifragen und Farne benutzen dieselbe augenscheinlich, um aufgelöste Kalksalze, die nach Abdunstung des herausgepressten Wassertropfens natürlich in fester Form zurückbleiben müssen, auf solchem Wege aus ihrem Organismus zu entfernen. — Etwas anders verhält sich die Sache bei den Plumbagineen. Der Kalk findet sich hier meist in Schuppenform über bestimmten Oberhautdrüsen, die in keiner lokalen Beziehung zu den Gefässbündeln stehen. Schon Mettenius hat in einer kurzen Notiz[2]) hierauf hingewiesen, indessen keine eingehenderen Untersuchungen angestellt. In den folgenden Zeilen mögen solche ihren Platz finden.

Betrachtet man mit der Lupe die Blätter vieler *Acantholimon*arten (*A. bracteatum* Boiss. Fig. 1, *cabulicum* Boiss., *Kotschyi* Boiss., *Hohenackeri* Boiss., *Phrygium* Boiss., *Pinardi* Boiss.), so sieht man, wie sich über beide Blattseiten eine ununterbrochene, brüchige, mit zahlreichen kugelförmigen Erhabenheiten bedeckte Schicht einer grauweisslichen Masse ausbreitet, die bei der Behandlung mit Säuren sogleich unter lebhafter Blasenbildung verschwindet. Die Stärke der Schicht ist je nach der Art verschieden. In den Fällen, wo sie verschwindend dünn ist (*A. lepturoides* Boiss., *caryophyllaceum* Boiss., *melananthum* Boiss., *petraeum* Kotsch. et Boiss.), treten die obigen Erhabenheiten als zerstreute Schuppen um so auffälliger hervor. Bei manchen Arten, besonders solchen, deren Blätter dicht mit Haaren besetzt sind (*A. puberulum* Boiss. et Balf., *Tournefortii* Boiss., *tomentellum* Boiss.), vermochte ich eine Kalkablagerung auf der Epidermis überhaupt nicht zu entdecken.

Ein ähnliches Verhalten wie *Acantholimon* zeigen fast alle artenreicheren Gattungen der Plumbagineen. Von solchen, die eine gleichmässige Kalkdecke mit aufgelagerten grösseren Concrementen aufweisen, führe ich an: *Goniolimon speciosum* (L.) Boiss., *Statice globulariaefolia* Desf., *pruinosa* L., *Stocksii* Boiss., *cabulica* Boiss., *Limoniastrum monopetalum* Boiss und *Guyonianum* Dur. Nur zerstreute Kalkschuppen haben *Statice pectinata* Ait., *papillata* Web., *caspia var. patens* Willd.; *Plumbago*

---

[1]) Jahrb. des bot. Gart. zu Berlin II. p. 166.

[2]) Filices hort. bot. Lips. p. 10.

zeylanica L., *capensis* Thunb.; *Valoradia plumbaginoides* Boiss., *abyssinica* Hochst.; *Vogelia africana* Lam. Ganz ohne Kalk sind einige *Plumbago-*, die Mehrzahl der *Statice-* und fast alle *Armeria*arten.

Eine chemische Analyse, welcher Braconnot die Kalkschuppen von *Limoniastrum monopetalum* unterzog, hat nach Treviranus[1]) ergeben, dass dieselben fast reines Calciumcarbonat darstellen. Ich kann dies nur bestätigen. Bei der Behandlung der Schuppen mit Säuren bleibt ein gallertartiger, in Säuren, Alkalien, Alkohol und Aether unlöslicher Rückstand, der zweifellos organischer Natur ist. Meine Vermuthung, er sei Kieselsäure, die nach den Untersuchungen Mohl's[2]) häufig mit Incrustationen von kohlensaurem Kalk gleichzeitig vorkommt, hat sich nicht bestätigt. Er verbrennt bei dem Verfahren, welches man anwendet, um Kieselscelette zu erhalten, bis zum völligen Verschwinden.

2. Anatomie der Drüsen.

Das Gebilde, über dem die Secretion des Kalksalzes in allen Fällen vor sich geht, das sich aber an den Blättern, Blattstielen und Stengeln aller von mir untersuchten Plumbagineen (75 Arten) vorfindet, ganz gleich ob sie Kalk ausscheiden oder nicht, ist ein kugliger Drüsenkörper, der schon durch De Bary[3]) — im Gegensatz zu der falschen Darstellung bei Mettenius[4]) — eine richtige Beschreibung erfahren hat. Er besteht nach ihm „aus 8 Zellen, welche hervorgehen aus einer in der Flächenansicht gerundet quadratischen Epidermiszelle. Diese wird durch zwei rechtwinklig gekreuzte, zur Oberfläche senkrechte Wände in vier getheilt; jede der letzteren abermals durch eine senkrechte in zwei: eine die innere Ecke bildende, sehr schmale und eine peripherische“ (Fig. 2, 4, 10). Alle Wände dieser Zellen sind ausserordentlich dünn, besonders die im Innern der Drüse quer- und längsgerichteten und die, welche nach der Aussenseite der Blätter gekehrt sind. Die Wände, welche die Oberfläche der Drüse nach dem Blattinnern zu begrenzen, sind etwas dicker und dadurch ausgezeichnet, dass sie selbst in concentrirter Schwefelsäure weder aufquellen noch sich lösen. Der Inhalt aller Zellen ist ein dichtes, feinkörniges Protoplasma.

Ausser den eigentlichen Drüsenzellen sah ich in allen Fällen, wo mir frisches Material zu Gebote stand (*Goniolimon speciosum* (L.) Boiss.; *Statice Thouini* Viv., *mucronata* L., *tomentella* Boiss., *occidentalis* Loyd., *globulariaefolia* Desf., *latifolia* Sm.; *Armeria Pinifolia* Röm. et Sch., *splendens* Boiss., *allioides* Boiss.; *Plumbago Europaea* L. und *Larpentae*

---

[1]) Physiol. d. Gewächse. II. p. 101. Die Arbeit Braconnot's aufzufinden, ist mir nicht gelungen. In den Annal. de Chim. et Phys. t. LXIII, wo sie Treviranus, Mettenius und de Bary (Vergl. Anat. p. 113) angeben, steht sie nicht

[2]) Bot. Ztg. 1861, p. 227.

[3]) Vergl. Anatomie, p. 113

[4]) Filices hort. bot. Lips. p. 10.

Lindl.) noch besondere Nebenzellen auftreten, die von De Bary nicht erwähnt werden. Fig. 2 zeigt dieselben, die stets in der Vierzahl vorhanden sind, von der Fläche gesehen, Fig. 3 im Längsschnitt. So d. h. das gleiche Niveau wie die Drüsenzellen selbst erreichend fand, ich die Nebenzellen nur bei *Plumbago Larpentae*; bei allen andern Arten sind sie unter dieses Niveau herabgedrückt und erscheinen von der Fläche gesehen erst bei tieferer Einstellung als im Querschnitt halbmondförmige Anhänge der peripherischen Drüsenelemente (Fig. 4. 5, 8). Ihrem Inhalt und Vorkommen bei *Plumbago Larpentae* nach sind es offenbar Epidermiszellen, die mit der Ausbildung der Drüsen aus ihrer ursprünglichen Lage verdrängt wurden.

3. Function der Drüsen.

Was die Function der Drüsen betrifft, so ergiebt sich dieselbe zum Theil schon aus den Ablagerungen, die sich über ihnen vorfinden. Es sind Sekretionsorgane, die im Allgemeinen dieselbe Bedeutung haben wie die mit einem Epithem und Wasserspalten versehenen Drüsen der Blattzähne anderer Pflanzen. Nur fliesst ihnen, da sie vom Verlauf der Nerven unabhängig sind, das Wasser, welches sie periodisch ausscheiden, nicht wie jenen direct durch Tracheïden zu, sondern vermittelst der gewöhnlichen Blattparenchymzellen, denen sie aufsitzen. — Letztere verrathen die leitende Rolle, welche sie spielen, häufig durch die Annahme besonderer Formen und Gruppirungen. Fig. 8 zeigt einen Querschnitt der Blattunterseite von *Statice occidentalis.* Man sieht, wie die sonst rundlichen Zellen des Schwammparenchyms in der unmittelbaren Umgebung der Drüse sich streckend die Form von Pallisaden annehmen und sich mit ihrer Längsachse senkrecht zum Umfang des Secretionsorganes stellen. Von der Fläche gesehen ist jede Drüse von einem Kranz sich strahlenförmig herumgruppirender Assimilationszellen umgeben Durch diese Anordnung wird — in ähnlicher Weise wie nach den Untersuchungen Haberlandt's[1]) das plastische Material den Gefässbündeln im Blatt — in unserm Fall das Secretionswasser den Drüsen auf dem kürzesten Wege zugeleitet.

Von der wasserabscheidenden Thätigkeit der Drüsen der Plumbagineen, auch solcher, die kein Calciumcarbonat auf ihren Blättern und Stengeln gewahren lassen, überzeugt man sich leicht, wenn man die zu prüfenden Pflanzen reichlich begiesst und darauf ihre Transpiration etwa durch Ueberstülpen einer Glasglocke herabsetzt. Sehr bald tritt dann über jeder Drüse ein Wassertropfen hervor. Dasselbe geschieht im Freien, wovon ich mich an vielen cultivirten Arten des botanischen Gartens überführte, ohne weiteres Hinzuthun in der Nacht, sobald die Temperatur während derselben erheblich sinkt, die Luft-

---

1) Pringsh. Jahrb. Bd. XIII.

feuchtigkeit also zunimmt. Natürlich hat man bei solcher Art der Feststellung des Phänomens auf die Thaubildung Rücksicht zu nehmen und diese, was auch bei sorgfältiger Beobachtung gelingt, von der Sekretion zu unterscheiden.

Welches ist nun die Kraft, die das Herauspressen des Wassers hervorbringt? In letzter Instanz freilich kann es nur die Turgorkraft der Drüsenzellen selbst sein; es fragt sich nur, ob deren endosmotische Saugung etwa allein schon genügt, um das Phänomen zu erklären. Wäre dies der Fall, die Kraft also ausschliesslich im Sekretionsorgan selber zu suchen, so müsste die Wasserabscheidung auch an abgeschnittenen Blättern und Sprossen eintreten. Nach meinen Beobachtungen geschieht dies aber niemals. Für den Eintritt der Erscheinung ist vielmehr eine Kraft nöthig, die in den Wurzeln ihren Sitz hat. Wenn die endosmotische Saugung dieser noch fortbesteht, nachdem speciell die Blattparenchymzellen ein Maximum der Turgescenz erreicht haben, erst dann wird über den Drüsen die Secretion sichtbar. Dass sie gerade dort eintritt, ist lediglich eine Folge der ausserordentlichen Dünnheit und geringen Widerstandsfähigkeit, welche die Aussenmembran der Drüsenzellen kennzeichnet.

Aus dem Gesagten ergiebt sich die gemeinsame Funktion der Drüsen sämmtlicher Plumbagineen Es sind in jedem Fall Ventile, die in Wirksamkeit treten, sobald das normale Verhältniss zwischen der Transpiration der oberirdischen Organe und der Absorption der Wurzeln zu Gunsten der letzteren gestört ist.

Mit dieser Function verbinden nun eine grosse Zahl von Arten die Herausschaffung überschüssiger Kalksalze. Diese finden sich innerhalb der Pflanzen nur in gelöster Form, wenigstens habe ich Krystalle niemals wahrgenommen. Der Austritt mit dem Secretwasser erfolgt wahrscheinlich in Gestalt des sauren Carbonats, das dann nach der Verdunstung des abgeschiedenen Tropfens durch die Einwirkung der Atmosphärilien in das neutrale Salz übergeht.

Die Menge des auf den Blättern abgelagerten Kalkes richtet sich natürlich unter Umständen nach der Concentration der Lösung, die den Wurzeln geboten wird. So kann es nicht auffallen, dass beispielsweise *Limoniastrum monopetalum* an heimathlichen Standörtern mit einer Kruste fast von der Stärke eines Fingernagels über und über bedeckt ist, bei den Culturexemplaren unserer Gärten aber meist nur zerstreute Schuppen auf den Blättern aufweist. Manche Arten sogar (*Goniolimon speciosum*, *Statice globulariaefolia*), die nach den systematischen Werken reichlich Kalk absondern sollen, habe ich im Berliner botanischen Garten ganz frei davon gefunden. Etwas Aehnliches übrigens hat Engler[1]) auch bei Saxifragen festgestellt.

---

[1]) Monogr. der Gattung *Saxifraga*.

Eine unerklärliche Thatsache ist es mir, dass einige Arten (*Plumbago capensis*, *zeylanica*; *Statice sinuata* u. a.) Drüsen von ganz gleichem Bau auf beiden Blattseiten aufweisen, Kalksekretion bei ihnen aber stets nur an der Blattunterseite vorkommt.

4. Besondere Anpassungen.

Die Function der Drüsen erfordert es, dass die Aussenmembran ihrer Zellen dem Wasser leichten Durchtritt gewährt, also dünn bleibt. Für das Leben xerophiler Pflanzen, die mit dem im Boden enthaltenen Wasser möglichst sparsam umgehen müssen, involvirt dies insofern einen Nachtheil, als dadurch namentlich am Tage, wo die Drüsen ja für gewöhnlich nicht functioniren, die Transpiration wesentlich gefördert wird, unter Umständen bis zu einem Grade der die Existenz der Pflanzen beeinträchtigen könnte. Es kann daher nicht Wunder nehmen, dass die Plumbagineen trockner Standörter und heisser Klimate diesem Uebelstande durch besondere Anpassungen möglichst abzuhelfen suchen. Am einfachsten werden sie dies erreichen, wenn sie in ähnlicher Weise, wie es ja vielfach bei Spaltöffnungen geschieht [1]), das Niveau der Drüse unter das der übrigen Epidermiszellen herabsenken. Es wird dadurch über den verdünnten, für Wasserdampf leicht permeablen Membranstellen ein windstiller Raum geschaffen, in dem sich wasserdampfreiche Luft dauernd erhält. So verhält es sich in grösserem oder geringerem Grade bei fast sämmtlichen *Acantholimon*- und *Goniolimon*-Arten, deren Hauptverbreitungsgebiet in den Wüsten Asiens liegt und deren trockner Standort sich auch in ihrem festen Bau ausspricht (Fig. 1), ferner bei *Statice pectinata* (Canarische Inseln), *globulariaefolia* (Nord-Afrika, Sardinien), *axillaris* Forsk. (Arabien), *cylindrifolia* Forsk. (Arabien) und den vorzüglich Nord-Afrika angehörenden *Limoniastrum*-Arten.

Derselbe Erfolg wie durch das einfache Herabsinken der Drüse unter die Oberfläche der Blätter wird in andrer Weise dadurch erzielt, dass die der Drüse benachbarten Epidermiszellen aus der Fläche heraustreten und sich über die verdünnte Membranstelle emporwölben. Sind es nur die wenigen, der Drüse unmittelbar anliegenden Zellen (*Statice Limonium* L. Fig. 11), so entstehen auf den Blättern kaum sichtbare kegelförmige Erhabenheiten, betheiligen sich mehr daran, so gehen daraus die sogenannten Tuberkeln der Systematiker hervor. Es sind das pustelartige Bildungen, die den damit besetzten Blättern und Stengeln ein rauhes Ansehen verleihen, und von denen jede an der Spitze eine Einsenkung zeigt, an deren Basis die Drüse steht (Fig. 12). Beispiele für diesen Fall bieten *Statice spathulata* Desf. (Nord-Afrika),

---

[1]) Vergl. A. Tschirch: Ueber einige Beziehungen des anatom. Baues d. Assimilationsorg. zu Klima und Standort. Linnaea. N. F. Bd. IX. 3. 4.

graeca Boiss. (Griechenland), *articulata* Lois. (Corsica), *scabra* Thunb. (Cap), *tuberculata* Boiss. (Sahara) und *rhodia* Aschrsn. ined. (Rhodus).

Als ebenfalls vortheilhaft für die Herabdrückung der Transpiration kann ganz im Allgemeinen die epidermale Kalkablagerung selbst angesehen werden, und ich hege keinen Zweifel, dass viele Plumbagineen nur deshalb den kalkreichen Boden bevorzugen, weil er ihnen die Möglichkeit gewährt, auf den oberirdischen Organen eine schützende Decke gegen den Wasserverlust herzustellen. Die Beobachtung, dass gerade die Plumbagineen (*Limoniastrum*, *Statice pruinosa*) solcher trockenen Standörter, die früherer Meerboden waren, von einem förmlichen Krustenpanzer eingehüllt sind, führt von selbst zu dieser Meinung.

Um mich von der Grösse des Einflusses der Kalkbedeckung auf die Transpiration zu überzeugen, löste ich zwei Blätter (*A* und *B*) von *Limoniastrum monopetalum* frisch vom Zweige, entfernte von dem einen (*B*) alle Kalkschuppen, ohne die Epidermis zu verletzen, sorgfältig mit einer Nadel, wog beide und liess sie dann liegen. Nach einer Stunde hatte *A* 3 pCt., *B* 26 pCt. seines Gewichtes durch Wasserabgabe verloren; nach 3 Stunden war *A* noch ganz frisch und nur um 8 pCt., *B* völlig welk und um 46 pCt. leichter als im Anfang. — Dieses Resultat liess sich von vorn herein erwarten Indem die Kalkschuppen gerade den dünnsten Stellen der äusseren Epidermismembran aufliegen, müssen sie wie ein Deckel wirken, der den Austritt von Wasserdampf zum mindesten bedeutend verlangsamt. Die Plumbagineen heisser und trockener Klimate werden also gerade durch die Kalkablagerung, wie andere Pflanzen durch Wachsausscheidung, ein Mittel gewinnen, um den Gefahren ihres Standorts wirksam zu begegnen. Bedingung für eine gewisse Steigerung der Vollkommenheit dieses Mittels ist einmal, dass der ausgeschiedene Kalk wirklich auf den Blättern festgehalten werde und sich nicht etwa durch Wind oder Regen leicht entfernen lasse, und dann, dass der Kalk von seiner Entstehungsstätte, den Drüsen, aus sich möglichst auch über die übrige Epidermis in Form einer zusammenhängenden Decke ausbreite. Vorrichtungen, welche das erste bezwecken, sind mir in auffälligerer Ausbildung nur bei Wüstengewächsen und dort in zweierlei Weise begegnet. Die eine zeigt sich am typischsten bei *Limoniastrum.* Sie besteht im Wesentlichen darin, dass die Kalkschuppen durch die eigenthümliche Form des Hohlraums, in dem ihre Bildung erfolgt, gleichsam eine Verankerung erfahren. Die Fig. 4, 5 u. 6 werden dies deutlich machen. Der Raum über der Drüse, von dem der Fuss der Schuppe in Fig. 6 einen Abguss zeigt, hat an der Basis die Form eines Kreuzes, verengert sich aber nach oben und wird mehr oder weniger cylindrisch. Dadurch ist es der Schuppe ganz unmöglich gemacht, sich jemals vom Blatte loszulösen, sie kann so wenig herausfallen, wie ein halbherumgedrehter Schlüssel aus dem Schloss.

Denselben Erfolg erzielt die blattlose *Statice pruinosa* in einfacherer Weise, indem die die Drüse umlagernden Epidermiszellen solide, hakig nach einwärts gebogene Ausstülpungen bekommen (Fig. 9). Zwischen diesen wird der secernirte Kalk wie in einer Reuse festgehalten.

Die Ausbreitung des Kalkes von den Drüsen aus über die übrige Epidermisfläche wird durch einen rein chemischen Prozess ermöglicht und bei vielen Plumbagineen mit reichlicher Sekretbildung in der That hergestellt. — Bringt man Kalkschuppen in destillirtes Wasser, leitet in dieses einen andauernden Strom von Kohlensäure, lässt dann das Ganze stehen, so tritt nach geraumer Zeit eine Trübung der anfangs klaren Flüssigkeit ein. Der Vorgang ist leicht verständlich. Durch die Kohlensäure wird ein Theil des Carbonats in das lösliche saure Salz übergeführt, das aber bei seiner Unbeständigkeit augenblicklich in das unlösliche neutrale Salz zerfällt, sobald die Kohlensäure wieder entwichen ist. Ganz dasselbe geschieht nun in der Natur auf den reichlich Kalk erzeugenden Blättern und Stengeln. Das kohlensäurehaltige Wasser, welches die Substanz der Schuppen theilweise auflöst und den nach seiner Verdunstung zurückbleibenden Kalk über die gesammte Blattfläche verbreitet, ist entweder Regen oder das flüssige Sekret selbst.

Die Drüsen der Plumbagineen bieten nach allem, was im Voraufgehenden enthalten, ein interessantes Beispiel dafür, wie sich die Funktionen eines bestimmten Organs allmählich compliciren und dieselben Funktionen verschiedenen Zwecken untergeordnet werden. Bei den meisten *Armeria-*, vielen *Plumbago-* und *Statice*arten, den Plumbagineen von Standörtern zum mindesten mittlerer Feuchtigkeit, dienen die Drüsen nur dazu, ein anormales Verhältniss zwischen der Wasserabgabe durch die Blätter und der Wasseraufnahme durch die Wurzeln insofern zu reguliren, als sie den Turgor in den Blattparenchymzellen herabsetzen helfen. Ihre Hauptbedeutung besteht hier in der Wassersekretion, in einem Schutzmittel gegen eventuelle Schäden einer übermässigen Absorption. Bei einer anderen Gruppe tritt zu dieser Funktion eine zweite, welche auf die Entfernung im Organismus unbrauchbarer Stoffe hinzielt; bei einer dritten endlich, den Xerophilen par excellence, wird die Kalksekretion Hauptfunktion und ein Mittel, um das Leben der Pflanze vor einem schädlichen Wasserverlust zu bewahren, in diesem Fall also ein Palliativ gegen übermässige Transpiration.

Botan. Institut der Universität Berlin.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Querschnitt durch das Blatt von *Acantholimon bracteatum*. *a* Kalkschuppe. Darunter die Kalkdrüse. *b* Gleichmässig aufgelagerte Kalkdecke.
„ 2. Drüse von *Plumbago Larpentae* von der Fläche gesehen.
„ 3. Drüse von *Plumbago Larpentae* im Querschnitt. *a* die Nebenzellen.
„ 4. Sekretionsapparat von *Limoniastrum monopetalum* von der Fläche gesehen. Die punktirten Linien erscheinen erst bei tieferer Einstellung und stellen die Drüse und deren Nebenzellen dar.
„ 5. Derselbe im Querschnitt.
„ 6. Kalkschuppe von *Limoniastrum monopetalum* von unten gesehen. *a*. Der eingesenkte Fuss der Schuppe.
„ 7. Blatt von *Limoniastrum monopetalum*.
„ 8. Theil eines Blattquerschnittes von *Statice occidentalis*. *a*. Die Drüse mit ihren Nebenzellen. Darunter die zuleitenden Parenchymzellen.
„ 9. Sekretionsapparat von *Statice pruinosa*.
„ 10. Drüse von *Statice latifolia*. Die die Drüse direct begrenzenden Epidermiszellen sind zu Haaren ausgebildet.
„ 11. Sekretionsapparat von *Statice Limonium*. *a*. Eingang zum Kanal über der Drüse.
„ 12. Tuberkel von *Statice rhodia* im Längsschnitt.

49. F. Nobbe: Ein zweiter Fundort von Loranthus europaeus Jacq. in Sachsen.

(Briefliche Mittheilung an Herrn P. Ascherson).

Eingegangen am 25. Juli 1884.

Hochverehrter Herr College! Ihre Mittheilung über ein Vorkommen von *Loranthus europaeus* bei Dohma im Königreich Sachsen (Verhdlg. d. bot. Vereins der Provinz Brandenburg) war für mich von um so grösserem Interesse, als ich soeben eine Reihe mehrjähriger Beobachtungen über die Verbreitung und forstliche Bedeutung von *Viscum album* in dem „Tharander forstlichen Jahrbuch“ (Bd. 34) veröffentlicht habe[1]). Die dort von Herrn Hippe ausgesprochene Vermuthung, dass der *Loranthus* in Sachsen noch mehrfach verbreitet sein möge, veranlasste mich, der Frage meine volle Aufmerksamkeit zuzuwenden, auch meine Zuhörer in den Vorlesungen über Forstbotanik an hiesiger Akademie zur Umschau darnach anzuregen. In Folge dessen wurden mir im April durch Herrn Stud. forest. Fleck einige nackte Winterzweige eines Busches überbracht, welche er von einer alten Eiche in dem zum Freigut Dohna (bei Mügeln-Pirna), Besitzthum seines Vaters, gehörigen Walde entnommen hatte. Herr F. war durch Längsschnitte der Gipfelknospen mit traubig geordneten Blüthenanlagen zu der Vermuthung geführt worden, dass diese Büsche *Loranthus* seien, was sich auch sofort aus der Stellung der Laubknospen und aus der Anatomie der Zweige genugsam bestätigte, zum Ueberfluss späterhin durch belaubte und blühende Exemplare des Weiteren belegt wurde. — Am 18. Mai habe ich den Standort besucht und daselbst in der That den *Loranthus* zu bestätigen vermocht. Da es mir zweifelhaft war, ob dieser Fundort mit dem von Ihnen und Herrn Hippe a. a. O. bekannt gegebene „Feldgehölz“ identisch sei (der Name Dohma konnte ja ein Druckfehler sein), so wandte ich mich rückfragend an Herrn Degenkolb in Rottwerndorf, der in Ihrer Begleitung der Bestätigung des ersten Fundes von *Loranthus* beigewohnt hat, und erhielt prompt die freundliche Auskunft, das solche Identität nicht obwalte. Das Dorf Dohma liegt, wie bekannt, zwischen Zehista und Ottendorf bei Pirna, und der dortige Standort des *Loranthus*, in einem Wiesengrunde, ist westlich etwa 10 Minute von der „Teichschänke“ in Dohma entfernt. Der neue Fundort des *Loranthus* liegt dagegen südlich von der Stadt Dohna, unter 50° 53′ n. Br. und 31° 31′ ö. L, (Ferro), westnordwestlich von dem ersten Fundorte, von dem er der Spezialkarte nach 6—7 *km* entfernt ist. Man erreicht den betreffenden Wald von dem Gasthofe zu Dohna aus auf der Strasse nach Wesenstein in einem Viertelstündchen dort, wo die Chaussee sich links (östlich) wendet, während rechts ein Weg nach dem Dorfe Sürssen abzweigt. Das Terrain ist stark coupirt, ein Thaleinschnitt des Scharbaches, eines Zuflusses der Müglitz, welcher den ca. 4 *ha* grossen Waldcomplex des Freiguts Dohna von dem Sürssener Pfarrholz trennt. Weiter bachaufwärts gelangt man an ein „Schnarrgieke“ benanntes Gehölz, welches, wie auch ein zum Rittergut Gamig gehörendes Wäldchen, gleichfalls vom *Loranthus* occupirt ist. Das gesammte *Loranthus*-Bereich bei Dohna umfasst, soviel bis jetzt bekannt, einen etwa 10—12 *ha* grossen, von kleinen Wiesenflächen durchsetzten „gemischten“ Laubholzbestand (Privatwald). Der Boden ist sehr fruchtbar, Verwitterungsproduct von Granit; er trägt mächtige Stämme von: Stein- und Stieleiche, Esche, Weissbuche, Bergahorn, Winterlinde, Rosskastanie, Eberesche, Aspe, Weisserle, Birke, einzelne Kiefern. Der *Loranthus* findet sich, wie gewöhnlich, nur in den Gipfeln alter Eichen (beider Species!), daselbst aber in sehr grosser Häufigkeit und zum Theil in so starken Exemplaren, dass die erste Invasion hier mehrere Decennien zurück zu versetzen sein dürfte.

---

[1]) Ein Nachtrag zu diesem Aufsatze an gleichem Orte ist im Druck.

Die oben erwähnte Vermuthung hat sich also rasch genug bewahrheitet! Und dieser zweite Standort dürfte nicht der letzte sein. Ich werde selbstredend die Verbreitung des *Loranthus* in Sachsen auch fernerhin zu verfolgen suchen.

Königl. Sächs. Forstakademie Tharand.

50. Hermann Ross: Eine botanische Excursion nach den Inseln Lampedusa und Linosa.

Eingegangen am 25. Juli 1884.

Am 5. April d. J. verliess ich in Gesellschaft von Herrn Lo Jacono, Assistent am Botanischen Garten in Palermo, und Herrn von Zwierlein an Bord des Dampfers „Tortoli“ Porto Empedocle. Dieser Dampfer vermittelt seit etwa einem Jahre wöchentlich einmal den Verkehr zwischen Lampedusa, Linosa und jenem Hafen an der Südseite Siciliens. Nach 12stündiger Fahrt erreichten wir Linosa und nach weiteren 4 Stunden Lampedusa, wo sich eine italienische Straf-Colonie befindet. Am 13. kehrte der Dampfer wieder, konnte aber des starken Sturmes wegen erst nach 3 Tagen den sicheren Hafen verlassen. Herr von Zwierlein und ich besuchten dann Linosa, wo wir bis zum 20. April verweilten, während Herr Lo Jacono nach Palermo zurückkehrte. Auf beiden Inseln wurde uns von Seiten der Behörden die freundlichste Aufnahme und allseitige Unterstützung zu Theil, wofür zu danken, (an dieser Stelle) ich nicht unterlassen kann. Bei den grossen pflanzengeographischen Interesse, das sich an diese entferntesten, selten besuchten Aussenposten europäischen Bodens knüpft, sind diese vorläufigen sehr kurzen Mittheilungen wohl gerechtfertigt; doch hoffe ich später an anderer Stelle ein vollständigeres Bild der Flora und der topographischen Verhältnisse jener Inseln, sowie einen Bericht über meinen 14tägigen Aufenthalt in Tunesien geben zu können.

Herr Professor Ascherson übernahm freundlichst die Durchsicht der der Versammlung vorgelegten Pflanzen, sowie das Bestimmen der mir zweifelhaften Arten, wofür ich bestens danke. Die *Medicago*-Arten hat Herr Dr. Urban, die Flechten hat Herr Professor Magnus freundlichst benannt.

Lampedusa (35° 30′ nördl. Breite und 12° 35′ östl. Länge, Greenwich) ist aus Kalk aufgebaut und hat als Grundgestalt ein rechtwinkliges Dreieck (dessen längere Kathete die Nordküste bildet). Vom Meere aus erscheint die Insel als Plateau, dessen höchster Punkt im Capo Ponente (105 *m*) liegt. Nach Süd-Ost fällt dasselbe dann ganz allmählich bis zum Niveau des Meeres ab. Die Nordküste ist steil und völlig unzugänglich; die Südküste dagegen von zahlreichen Thälern durchzogen, welche oft relativ bedeutende Länge haben; der äusserste Theil eines derselben bildet den sehr geschützten Hafen.

Auf dem den oft sehr scharf wehenden Winden ausgesetzten Plateau finden sich die typischen Maquis und nur wenig Ackerland, welches überdies noch besonders gegen den Nordwind (Tramontana) durch hohe Steinwälle geschützt werden muss; gut angebaut sind dagegen die Thäler, wo theilweise sich sogar eine sehr üppige Vegetation entwickelt. Die grösste Calamität für die Insel ist aber der Mangel an fliessendem Wasser und soll in ungünstigen Jahren viele Monate kein Regen fallen, ferner wird die Sommerhitze so bedeutend, dass zahlreiche Sträucher der Maquis ihre Blätter verlieren, während dieselben sie in Sicilien behalten. Die grösste Ausdehnung von Westen nach Osten beträgt ungefähr 10 *km*, von Norden nach Süden bis 3,5 *km*; ausser etwa 120 Sträflingen soll die Bevölkerung, welche meistens Fischerei treibt, 1200 Seelen zählen.

Linosa (35° 52′ nördl. Breite und 12° 52′ östl. Länge, Greenwich) ist vulkanischen Ursprunges; die Umrisse dieser Insel sind fast kreisförmig und beträgt ihr Durchmesser etwa 2,5 *km*. Das Terrain ist sehr uneben; es befinden sich fünf bedeutendere Erhebungen auf so kleinem Gebiete, von welchem der Monte Rosso mit 186 *m* die höchste ist. Die Abhänge der Berge und theilweise auch die Ebene sind von oft undurchdringlichen Maquis bedeckt, welche fast ausschliesslich aus *Euphorbia dendroides* L. und *Pistacia Lentiscus* L. gebildet werden. Ein kleiner Theil der Ebene ist bebaut und unter dem Schutze der Berge sind die Culturen in dem vulkanischen Sande recht ergiebig; ausserdem treiben die 180 Bewohner der Insel naturgemäss sehr eifrig die Fischerei. In Bezug auf Wasser-Verhältnisse und Sommerwärme gilt dasselbe wie für Lampedusa.

Die auf diesen beiden Inseln gesammelten interessanteren Pflanzen sind folgende:

Adonis microcarpus D.C., Lampedusa: auf einem Brachfelde nahe dem Capo Ponente.

Glaucium corniculatum (L.) Curt., Lampedusa: auf Aeckern und Brachen.

Hypecoum procumbens L., Lampedusa: Ackerränder nahe dem Hafen.

Fumaria parviflora Lmk., Lampedusa.

F. densiflora DC., Lampedusa.

F. Gussonei Boiss., Lampedusa, Linosa.

F. capreolata L., Lampedusa.

F. flabellata Gasp., Linosa.

F. major Bad., Lampedusa.

Brassica Tournefortii Gouan, Lampedusa: Ackerränder westlich von der Colonie. Linosa: sehr häufig an Wegen und auf Aeckern, besonders im östlichen Theile der Insel.

Diplotaxis scaposa DC., Lampedusa: auf Brachen, an Wegen sehr verbreitet.

Carrichtera Vellae DC., Lampedusa: Ackerränder und Brachen.

Succowia balearica DC., Lampedusa: nur in einem Thale der Südküste und auch nur wenige Pflanzen. Linosa: zwischen den Sträuchern der Maquis, ausserordentlich häufig.

Reseda lutea L., Lampedusa: auf Aeckern.

R. luteola L., Lampedusa: Aecker, an Wegen.

Cistus complicatus Lam., Lampedusa: in den Maquis, verbreitet. (Die meisten Blätter sind nicht zusammengefaltet.)

C. monspeliensis L., Lampedusa: in den Maquis, sehr häufig. Var. *affinis* Bertol. (als Art) mit den vorigen, weniger häufig.

Fumana glatinosa (L.) Boiss. Var. *viridis* Ten., Lampedusa: in den Maquis nördlich von der Colonie.

Silene nocturna L., var. *permixta* Sord. (als Art) Rohrb., Lampedusa, auf uncultivirtem Boden.

S. sp., der vorigen sehr nahestehend, aber mit dicht drüsenborstigen Kelchnerven. Linosa, auf uncultivirtem Boden und an Wegen in einer aufrechten, auf vulcanischem Sand in einer niederliegenden, vielstengligen Form.

S. sedoides Jacq., Lampedusa: zwischen den Felsen an der Küste entlang.

S. muscipula L., Lampedusa: auf Aeckern.

Elatine campylosperma Seubert, Lampedusa: an feuchten oder überschwemmt gewesenen Stellen im Kalkstein.

Malva parviflora L. Lampedusa und Linosa an Wegen.

Hypericum aegyptiacum L., Lampedusa: in den Maquis stellenweise ausserordentlich häufig.

Geranium molle L., Linosa, an Wegen.

Erodium malacoides (L.) Willd., Lampedusa, an uncultivirten Orten.

Oxalis cernua Thunb., Lampedusa: als Unkraut auf Aeckern; auch mit gefüllten Blüthen.

Ononis ornithopodioides L., Lampedusa: unter Sträuchern in den Maquis.

O. Sieberi Bess., Lampedusa: in den Maquis verbreitet.

O. serrata Forsk. *β major* Lange, Linosa: im vulkanischen Sande.

Medicago litoralis Rohde, Lampedusa: auch in den Maquis. Var. *breviseta* D.C., Linosa: an Wegen.

M. hispida Urb., Lampedusa.

Trigonella monspeliaca L., Lampedusa: in den Maquis unter Gebüsch.

T. maritima Delile. Lampedusa: zwischen Steinen am Meere; Linosa: im vulkanischen Sande im östlichen Theile der Insel.

Hippocrepis ciliata Willd., Lampedusa: südöstlich vom Hafen zwischen Steinen.

H. multisiliquosa L., Linosa: an Wegen und auf uncultivirtem Boden.

Lythrum Hyssopifolia L., Lampedusa: an feuchten und überschwemmt gewesenen Orten des Kalksteins.

Sedum litoreum Guss., Lampedusa: steiniger Boden, auch in den Maquis. Linosa: in Felsspalten und zwischen Steinen.

Bryonia acuta Desf., Lampedusa: in Hecken nahe der Colonie.

Daucus rupestris Guss., Lampedusa: in den Maquis sehr verbreitet.

Magydaris tomentosa Koch, Lampedusa: an Wegen und Ackerrändern.

Crucianella rupestris Guss., Lampedusa: in Felsspalten, in mehreren Thälern der Südküste und zwischen Steinen an der Nordküste gegenüber der Colonie.

Filago spathulata Presl, var. *pastrata* Parl. und *F. gallica*, var. *tenuifolia* Presl., Linosa, im vulcanischen Sande.

Matricaria aurea (L.) Coss., Lampedusa: an Wegen und auf uncultivirtem Boden; besonders häufig in den Strassen der Colonie.

Senecio vulgaris L., Linosa: auf Aeckern.

S. bicolor (Willd.) Caruel., Linosa: nahe am Meere im vulcanischen Sande an der Südküste.

Calendula arvensis L., Lampedusa: an Wegen und uncultivirten Orten.

Calendula micrantha Tin., Lampedusa: auf uncultivirtem Boden nahe am Castell. Linosa: an Wegen östlich vom Hauptorte.

Picridium tingitanum (L.) Desf., Linosa: im vulkanischen Sande zwischen Monte Calcarella und Monte Rosso.

Echinops viscosus DC., Lampedusa: in den Maquis nahe dem Capo Ponente und an der Norküste bei der Guardia del Prete.

Amberboa Lippii (L.) DC., Linosa: an den Abhängen des Monte Rosso, an der Ostküste und westlich vom Hauptorte. Neu für die Flora von Italien.

Andryala sinuata L., Linosa: auf Feldern.

Periploca angustifolia Labill., Lampedusa und Linosa: in den Maquis

Bucerosia Gussoneana (Jacq.) Benth. et Hook. (*Stapelia europaea* Guss.) Lampedusa: zwischen Steinen in den Maquis verbreitet. Blüthe sehr reichlich und stellenweise zahlreiche Früchte entwickelt.

Convolvulus lineatus L., Lampedusa: verbreitet in den Maquis.

C. siculus L., Linosa: zwischen Gebüsch am Südabhang des Monte Volcano.

Echium maritimum Willd., Lampedusa: am Hafen.

E. calycinum Viv., Linosa: im volkanischen Sande am Meere.

E. arenarium Guss., mit voriger.

Linaria reflexa Desf., Lampedusa in den Maquis; stets mit blauen Blüthen.

L. virgata (Poir.) Desf., f. *albiflora* Aschs., Linosa: im vulkanischen Sande östlich vom Hauptorte. Neu für Europa.

Stachys arvensis L., Linosa: auf Aeckern.

Marrubium vulgare L. var. *apulum* Ten., Lampedusa und Linosa: auf uncultivirtem Boden uud an Wegen.

Chenopodium murale L., Linosa: an Wegen.

Thesium humile Vahl, Lampedusa: auf einem Brachacker.

Parietaria officinalis L., var. *ramiflora* Mnch., Lampedusa und Linosa: verbreitet.

P. cretica L., Linosa: zwischen vulkanischem Geröll im Krater des Monte Volcano.

Asphodelus tenuifolius Cav., Linosa: in Felsspalten des Monte Ponente.

Asparagus aphyllus L., Linosa: in den Maquis.

Aera Cupaniana Gass., Lampedusa: Abhang eines Thals der Südküste.

Koeleria phleoides Pers., Lampedusa: in Maquis. Linosa: im vulkanischen Sande sehr gross und üppig.

Aeluropus repens (Desf.) Parl., Lampedusa: am Strande der westlichen Bucht des Hafens.

Scleropoa maritima (L.) Parl., Lampedusa: an der westlichen Bucht des Hafens.

Castellia tuberculata Tin., Linosa: im östlichen Theile der Insel.

Brachypodium distachyum (L.) P.B., Linosa: in vulkanischem Sande.

Lepturus incurvatus (L.) Trin., Lampedusa: zwischen Steinen nahe am Meere. Var. *filiformis* (Roth.) Trin. (als Art), Lampedusa: in den Maquis nahe am Meere. Beide in nur wenige *cm* hohen Zwergformen.

Juniperus phoenicea L., Lampedusa und Linosa: in dem Maquis.

Asplenium lanceolatum Huds., var. *obovatum* Viv., Linosa: in Felsspalten.

Roccella phycopsis Ach. Linosa: auf der kahlen Lava sehr verbreitet, oft ganze Höhen grau überziehend.

Bryopogon arenarium Fr., Linosa: mit der vorigen, aber weniger häufig.

Phyllosiphon Arisari Kühn. Auf dem auf Linosa (wie auf Lampedusa) verbreiteten *Arisarum vulgare* Targ. Tozz.

Palermo, Reale Orto Botanico.

Schliesslich verweisen wir noch auf die Notizen, welche Herr Dr. Felix Solla in der Oesterr. Botan. Zeitschr. Juni 1884 (S. 232 bis 234) über seine (zum Theil gleichzeitig mit den Herren Ross und Genossen) auf den Inseln Lampedusa und Linosa ausgeführten Excursionen veröffentlicht hat. Herr Ross konnte auf diesen Bericht sich nicht beziehen, weil er ihm bis zur Absendung des seinigen unbekannt geblieben war. P. Ascherson.

51. P. Magnus: Marrubium Aschersonii (vulgare × Alysson), ein neuer Bastard.

Eingegangen am 25. Juli 1884.

Auf einer im April dieses Jahres auf der Insel Sardinien unternommenen Reise habe ich die von Moris in seiner Flora Sardoa Vol. III (Turin 1858–1859) pg. 316—318 für Sardinien angegebenen beiden *Marrubium*-Arten, *Marr. vulgare* L. und *Marr. Alysson* L. angetroffen, gleichzeitig aber mit Letzteren bei Cagliari den bisher noch nicht bekannten Bastard beider Arten. Die Pflanzen standen in vielen Stöcken seitlich nach dem Stagno zu an der von Cagliari nach Quartu führenden Strasse in einem etwas gesenkten Terrain.

Während die die Halbquirle der Blüthen in ihren Achseln tragenden Blätter von *Marrubium vulgare* von rundlichem bis ovalem Umrisse sind und an ihrer Basis sich plötzlich in einen, wenn auch oberwärts rasch an Länge abnehmenden, so doch scharf abgesetzten Stiel zusammenziehen und ziemlich kleinkerbig gezähnt sind; dagegen die von *Marr. Alysson* eine vorne abgerundete und unten lang keilförmig bis zur Insertion sich herabziehende Spreite haben und vorne tief kerbig eingeschnitten sind, haben die des Bastards eine vorne abgerundete Spreite mit Zähnen, deren Tiefe die Mitte zwischen *Marr. Alysson* und *Marr. vulgare* hält, und die, unten lang keilförmig, meist ebenfalls bis zur Insertion herabläuft, doch zieht sich die Spreite vom vorderen abgerundeten zu dem keilförmig herablaufenden Theile plötzlicher und schärfer zusammen, als bei *Marr. Alysson*, wo die keilförmige Basis nur gradlinig abfallende Seiten hat, während diese letzteren beim Bastarde, namentlich an den Tragblättern der unteren Inflorescenzen, stark concav eingezogen sind.

Während die Blüthen von *Marr. vulgare* Bracteen von der Länge des Kelches haben, die von *Marr. Alysson* derselben entbehren, hat der Bastard Bracteen von der halben bis ganzen Länge der Kelche, wenigstens an den ersten Auszweigungen der Inflorescenzen.

Am ausgeprägtesten zeigt sich der Bastardcharacter am Kelche. Während bekanntlich der Kelch von *Marr. vulgare* zehn an der Spitze hakenförmig umgebogene Kelchzähne trägt, — beides Merkmale, wodurch *Marr. vulgare* unter den anderen italienischen Arten der Gattung ganz isolirt steht, — und während *Marr. Alysson*, wie alle anderen italienischen Arten nur fünf abstehende, mit grader Spitze auslaufende Kelchzähne besitzt, hat der Bastard häufig zehn, meist mit scharfer grader Spitze endigende Zähne, von denen stets die fünf Carinalzähne stärker und die fünf Commissuralzähne schwächer sind, von denen sogar zuweilen 1 oder 2 fehlen. Die Spitzen der Zähne verlaufen, wie erwähnt, meist ganz grade, seltener sind sie an der äussersten Spitze ein klein wenig ausgebogen, niemals aber hakenförmig umgebogen, wie bei *Marr. vulgare.* Die Kelchzähne des Bastards halten auch hinsichtlich ihrer Form und der Lage ihrer kahlen verhärteten Spitze die Mitte zwischen den breiteren robusteren kurzgespitzten des *Marr. Alysson* und den schlankeren, in eine längere (hakenförmige) dünnere Spitze auslaufenden des *Marr. vulgare.*

Die Blumenkrone endlich ragt wie bei *Marr. vulgare* im Gegensatze zu *Marr. Alysson* ziemlich weit aus dem Kelche hervor.

So sehen wir, dass diese Form in ihren Charakteren genau der Mitte zwischen ihren Eltern entspricht. Ich erlaube mir diesen neuen Bastard nach dem um die Kenntniss der sardinischen Flora so hoch verdienten Herrn Prof. Dr. Ascherson zu benennen, der mich auch bei dieser Untersuchung freundlichst unterstützt hat.

Bekannt ist, dass *Marr. vulgare* mit einer anderen Art, dem *Marr. creticum* Mill. oder *Marr. peregrinum* L. einen Bastard gebildet hat, der *Marr. remotum* Kit. genannt wurde und an einigen Orten bereits zu einer constanten selbstständigen Pflanzenform geworden ist. (Vergl. namentlich A. Kerner in Oesterr. bot. Zeitschrift, 24. Jahrg. 1874, pg. 311.)

Ferner hat Borbás einen Bastard des *Marr. vulgare* mit *Marr. candidissimum* beschrieben, den er *Marr. virescens* nennt. (Vergleiche W. O. Focke: Die Pflanzenmischlinge, p. 399.)

Wir sehen also, dass *Marr. vulgare* öfter Bastarde mit den anderen Arten der Gattung bildet, und sie, trotzdem sie die verbreitetste und systematisch isolirteste, mithin auch die constanteste Art der Gattung ist, dennoch am meisten dazu geneigt erscheint.

52. G. Schweinfurth: Ueber Pflanzenreste aus altaegyptischen Gräbern.

Eingegangen am 25. Juli 1884.

Von dem Director des aegyptischen Museums zu Cairo, Herrn Prof. Maspero mit der Vertheilung einer Anzahl den letzten Gräberfunden entnommener botanischer Präparate an verschiedene Museen Europas betraut, erlaube ich mir Ihnen hier einige dieser Proben aus der Flora des alten Aegyptens vorzulegen. Dieselben sind dem Blumenschmuck entnommen, der vor 3 — 4000 Jahren an den Mumien grosser Könige und anderer Personen von Rang angebracht wurde. Was ich Ihnen hier biete, ist nur ein kleiner Theil von dem grossen Vorrathe, den das aegyptische Museum zu Cairo an vegetabilischen Resten aus dem Alterthum aufbewahrt. Obgleich ich annehmen kann, dass die Kunde von der erheblichen Bereicherung, welche unsere bereits durch die Arbeiten hervorragender deutscher Botaniker (Kunth, Unger, A. Braun, Ascherson u. A.) geförderte Kenntniss der alten Flora infolge epochemachender Gräberfunde in der letzten Zeit erfahren hat, längst zu Ihnen gedrungen ist, mag es mir dennoch gestattet sein, an die gegenwärtige Demonstration eine Aufzählung derjenigen Arten zu knüpfen, welche, durch wirkliche Beweisstücke aus dem aegyptischen Alterthum beglaubigt, bisher durch meine Hände gegangen sind. Auch dürfte diese Aufzählung durch die Einschaltung einiger bisher noch nicht bekannt gewordener Funde ein vermehrtes Interesse beanspruchen.

Unter die vegetabilischen Reste, die viele aegyptische Museen aufbewahren, haben sich einige Proben von zweifelhafter Herkunft geschlichen, indem die Gräberfunde bei Ausschluss der Gegenwart glaubwürdiger Zeugen hin und wieder gewissen Mystificationen ausgesetzt waren. Bei anderen Funden fehlen Angaben über die Herkunft und die in den Museen aufbewahrten Stücke entbehren in diesem Falle jeder Altersbestimmung, so dass der blossen Vermuthung ein Spielraum von Jahrtausenden offen bleibt. Ueber die Herkunft der von mir zur Untersuchung überlassenen Stücke kann nicht der geringste Zweifel obwalten. Wenn auch die Zeitbestimmung bei der noch wenig geförderten altaegyptischen Chronologie innerhalb weiter Grenzen schwankt und nicht in jedem Falle die Gräberfunde durch zugleich aufgefundene schriftliche Ueberlieferungen historisch festgestellt zu werden vermochten, so sind doch sämmtliche hier in Betracht kommende Funde von Männern beglaubigt worden, denen vermöge ihrer Stellung in der

Wissenschaft als Zeugen bei der Enthüllung die höchste Autorität zugesprochen werden muss.

Unter solchen Gesichtspunkten erschien mir die, infolge der freundlichen Aufforderung des Herrn Vorsitzenden dargebotene Gelegenheit diese tausendjährigen Proben der aegyptischen Flora der geehrten Versammlung vorlegen zu dürfen doppelt willkommen. Meine Angaben werden einen höheren Werth beanspruchen dürfen, nachdem mir die Ehre zu Theil wurde, Ihnen die Belege für dieselben in Substanz vor Augen zu führen, so dass sie aus eigener Anschauung eine Vorstellung von dem Grade der Erhaltung dieser Reste gewinnen können.

In mannichfaltiger Gestalt haben sich die pflanzlichen Reste aus dem aegyptischen Alterthume bis auf unsere Tage erhalten. Zunächst sind dieselben zahlreich unter den Opfergaben vertreten, welche mit dem Sarge in die Grabkammern eingeschlossen wurden. Dieselben sind zum Theil als symbolische Todtenopfer, zum Theil als Todtenspeise zu betrachten. Hier finden sich auf dem Fussboden der Grabkammer in kleinen und grösseren Thonnäpfen und Schüsseln, in Körben und anderen Behältern eine Menge von Früchten, Getreideproben, Farben, Drogen, Arzneimittel, Harze, Breiklumpen und dergl.

Die dem Todten mit in das Grab gegebenen Stücke an Hausgeräth und Erzeugnissen des Kunstfleisses, liefern ein zahlreiches Beweismaterial für das Vorhandensein gewisser Arten Textilstoffe, die bei der Korbflechterei, bei Herstellung von Garn und Geweben, Netzen und Stricken Verwendung fanden. Zahlreich sind auch die Holzarten, aus denen die hier aufgestellten Särge, Truhen und Schachteln, Figuren, Stühle und andere Geräthschaften hergestellt wurden. Die in den Gräberfunden vertretenen Holzarten sind bis jetzt noch nicht Gegenstand einer systematischen Untersuchung geworden und versprechen für die Kenntniss der alten Flora eine ansehnliche Bereicherung an Arten. Mehrere Holzarten, die sich unter diesen Proben erwarten lassen, weil sie von jeher unter den specifisch aegyptischen Erzeugnissen eine grosse Rolle gespielt oder durch den Handel aus den Nachbarländern nach Aegypten gelangten, sind bis jetzt auf diesem Wege noch nicht nachgewiesen worden. Als Desiderate dieser Art erwähne ich nur das Holz von *Zizyphus Spina Christi* L., von *Morus alba* L., von *Balanites aegyptiaca* Del., von syrischen und kleinasiatischen Coniferen und namentlich von Cypressenholz (dem „Cedernholz“ der Bibel).

Die zu allen Zeiten der aegyptischen Geschichte in grossem Umfange zur Verwendung gekommenen Rohziegel böten vermöge ihrer behufs Befestigung der Masse stattgehabten Beimengung von Strohhäcksel und anderen vegetabilischen Bestandtheilen eine Fundgrube für den nach Proben aus der alten Flora Suchenden. Die hier zu machenden Funde gestatten in den meisten Fällen eine ziemlich sichere

Altersbestimmung und sind schon aus diesem Grunde von besonderem Werthe, ganz abgesehen von dem guten Zustande ihrer Erhaltung.

Die interessantesten Zeugen der alten Flora sind indess im Inneren der sich intakt bis auf unsere Zeit erhalten habenden Mumienkasten zu erwarten. Hier finden sich theils einzelne Blüthen, (von *Nymphaea*) unter den äusseren Binden des Mumienconvoluts befestigt, theils ganze Sträusse und Bündel zu Seiten der Mumie, zwischen dieser und der inneren Sargwandung eingezwängt, theils aber auch, und diese bilden die Mehrzahl, Blumengewinde, welche die Brust der Mumie in concentrischen Reihen bedecken, oder Kränze, die um das Haupt geflochten wurden. Diese Gewinde und Kränze sind von eigenthümlicher Zusammensetzung und Gestalt, wie solche ausserhalb des alten Aegyptens bisher nirgends nachgewiesen werden konnten. Der geringe Spielraum welcher zwischen dem Mumienconvolut und der inneren Sargwandung dargeboten war, gestattete es nicht die Blumengewinde nach unserer Art herzurichten. Sie mussten flach aufliegen und durften keinen starken Dickendurchmesser aufweisen. Zu dem Behufe wurden Blätter von lederartiger Textur genommen, der Quere nach zweimal gefaltet, so dass sie kleine Päckchen darstellten, die ebenso lang als breit erschienen. Diese Blattpäckchen wurden auf Streifen zerrissener Dattelpalmblätter gereiht und dienten als Agrafe für kleine Blüthen oder Blüthentheile (petala), indem letztere von den gefalteten Blättern klammerartig festgehalten wurden. Feine Dattelpalmblattstreifen, der Länge nach durch die ganze Reihe als Naht verlaufend befestigten zum Schluss das ganze flachaufliegende Gewinde. Viele Gewinde dieser Art sind nur aus den beschriebenen Blattpäckchen, in letzterem Falle aus Blättern des *Mimusops*, denen eine wichtige symbolische Bedeutung (als Persea der Alten) zukam, zusammengesetzt. Die Kränze auf dem Haupte gewisser Mumien bestehen ausschliesslich aus in gefaltetem Zustande an einander gereihten *Olea*-Blättern. Die grosse Mehrzahl der Mumien entbehrt des erwähnten Blumenschmucks, welcher nur bei Personen von hervorragendem Rang zur Verwendung gekommen zu sein scheint.

Der symbolischen Richtung entsprechend, welche sich bei allen mit dem Todtencult der alten Aegypter zusammenhängenden Gebräuchen kund giebt, begnügte man sich bei der Beisetzung der den Mittelclassen angehörigen Mumien mit der bildlichen Darstellung der beschriebenen Gewinde, welche man in greller Farbenpracht auf den Sargdeckeln wiedergegeben findet.

Was nun den Zustand der Erhaltung anbelangt, in welchem sich die pflanzlichen Theile dieser Fundstücke befinden, so hat die Zeit, Dank der Absperrung von der äusseren Luft, in den tiefen Fels-Hallen, wo eine constante Trockenheit und eine durch die mittlere Jahrestemperatur gebotene Gleichmässigkeit der Spannungsverhältnisse jeden äusseren Luftwechsel kaum messbar machen musste, nur wenig über sie vermocht. Die im Inneren unerbrochener Mumiensärge befindlichen Pflanzentheile befinden sich im Allgemeinen in keinem schlechteren Zustande als solcher an Exemplaren aus alten, aber wohlgepflegten Herbarien unserer Zeit zu erkennen ist, wenn auch letztere nur so viel Jahre alt sind als erstere Jahrhunderte. Nur an wenigen Stellen, wo die frisch eingelegten Gewinde oder Lotusblüthen zu dicht aufeinander lagen oder zu eng eingepresst worden sind, ist ein Theil derselben durch Schimmelbildung verdorben. Das Uebrige befände sich in demselben Zustande wie infolge des Trockenwerdens bereits wenige Tage nach der Einsargung, wenn nicht durch den Transport der Särge und ihre Oeffnung grosser Schaden angerichtet worden wäre. Die äusserst brüchigen Blätter und Blüthentheile mussten beim Herausnehmen der Mumie und bei der Durchsuchung derselben nach Schmuckgegenständen, Papyrusrollen und dergl. in zahllose Trümmer zerfallen. Dessenungeachtet liessen sich dieselben durch Aufweichen in heissem Wasser ebenso gefügig behandeln, wie heutige Herbariumexemplare, konnten mit Bequemlichkeit auf ihre inneren Theile untersucht, ausgebreitet und von neuem getrocknet werden, um in gepresster Gestalt dauernder vor weiterer Zerstückelung geschützt zu sein.

Die durch äussere Hüllen geschützten inneren Blüthentheile haben sich in der vollkommensten Weise intact erhalten. Beim Oeffnen der in geschlossenem Zustande in das Gewinde gefügten Mohnblüthen z. B. zeigten sich die zarten Staubfäden unverändert und man kann annehmen, dass in solchem Falle kein Pollenkörnchen abhanden gekommen ist. Auch eng ineinander geschaltete Blüthentheile liessen sich nach erfolgter Aufweichung leicht und aufs Vollkommenste von einander lösen. Besonders überraschend erwies sich dieses Verhältniss bei den zarten Gliedern der *Delphinium*-Blüthe.

Infolge der grossen Brüchigkeit aller Stücke im trockenen Zustande haben namentlich die Haare an den äusseren Theilen öfters stark gelitten. Indess erkennt man in jedem Falle ihre Insertion an den stehengebliebenen Basaltheilen, während andere, die sich unversehrt erhalten haben, das gewonnene Bild vervollständigen.

Die auffälligste Erscheinung, welche sich beim Betrachten dieser tausendjährigen Pflanzenproben den Blicken aufdrängt, ist die Farbenerhaltung vieler Blüthen, welche sich namentlich beim röthlichen Violet der *Delphinium*-Blüthe, und der von *Centaurea depressa*, dann auch beim Gelb der von *Sesbania*, beim Roth der Mohnblüthe und dem Dunkelrothbraun der von *Carthamus* aufdrängt. Das Chlorophyll scheint sich in den Blättern der Wassermelone ganz unverändert erhalten zu haben, indem hier kleine Stücke derselben in heisses Wasser geworfen demselben eine intensiv grüne Färbung mittheilen. Dies ist bei den anderen Arten, von welchen Blätter erhalten wurden, nicht der Fall.

In Grabkammern, die bereits vor alters durch die Hand von Plünderern erbrochen und deren Inhalt gar wiederholt durchwühlt worden war, können die frei aufgestellten Opfergaben vegetabilischer Art keinen vollkommenen Grad der Erhaltung darthun. Hier aber leistete die derbere Beschaffenheit des Materials (wie z. B. an den Fruchtkernen, Palmfrüchten, Tannenzapfen u. s. w.) auch längeren Widerstand gegen die äusseren Einflüsse, so dass die Mehrzahl dieser Funde eine durchaus befriedigende Untersuchung gestattete. Selbst die in Gestalt von gekochtem Brei in den Gräbern niedergelegten Hülsenfrüchte und Getreidekörner besassen noch hinreichende Festigkeit, um nach erfolgter Reinigung der Stücke ihre äussere Gestalt genau in Augenschein nehmen zu können. Manche Gegenstände dieser Art, wie z. B. Weizenkörner (und wahrscheinlich auch zuweilen getrocknete Weintrauben), sind in geröstetem Zustande in den Gräbern niedergelegt worden, infolge dessen ihre ursprüngliche Gestalt verändert wurde.

Bevor ich zur Aufzählung der von mir durch Untersuchung wirklicher Fundstücke für die Flora des alten Aegyptens sicher gestellten Pflanzen-Arten übergehe, darf ich nicht die Schlussfolgerungen mit Stillschweigen übergehen, zu welchen die erhaltenen Thatsachen im Interesse verschiedener Zweige des Wissens berechtigen. Ich fasse dieselben unter die nachfolgenden Gesichtspunkte in ihrem Verhältniss zur Pflanzenkunde, zur Geschichtsforschung, zur Sprachforschung und zur Culturgeschichte zusammen.

Häufig bereits ist die Frage aufgeworfen worden, ob nicht etwa die alten Gräberfunde Thatsachen zu Tage förderten, welche auf die Veränderlichkeit der Arten innerhalb eines Zeitraumes von zwei bis viertausend Jahren hindeuten könnten. Wer sich mit geologischen Forschungen abgegeben und namentlich die neuesten Formationen im Hinblick auf ihre organischen Einschlüsse zum Gegenstande seiner Untersuchungen gemacht hat, wird einem Zeitraume von der angedeuteten Ausdehnung keinen grossen Einfluss auf die Veränderung der Arten oder des Florenbestandes einer bestimmten Gegend zuerkennen mögen. Zudem ist eine vollkommene Identificirung von Exemplaren beschränkter Zahl in Bezug auf den Artcharakter stets eine Aufgabe, die geringe Befriedigung verspricht. Letzteres muss in erhöhtem Masse der Fall sein, wo die vorliegenden Exemplare so fragmentarischer Natur sind, wie die in den aegyptischen Gräberfunden vorliegenden. Indess mag die Thatsache, dass bisher noch keine einzige Pflanzenart in diesem Funde, soweit das Vergleichsmaterial reichte, nachzuweisen gewesen ist, die nicht mit einer heute bekannten aufs Bestimmteste zu identifiziren war. Die auf solche Weise für die Flora des alten Ober-Aegyptens vor zwei bis viertausend Jahren festgestellten Pflanzenformen gehören ihrer Natur nach sämmtlich solchen Arten an, die entweder heute noch in Ober-Aegypten wildwachsend angetroffen werden oder solchen, deren Cultur das heutige Clima von Ober-Aegypten nicht die geringsten Hindernisse in den Weg stellen würde. Mehrere Arten, wie *Papaver Rhoeas* L., *Epilobium hirsutum* L., *Chrysanthemum coronarium* L., finden sich heutigen Tages nicht mehr in Ober-Aegypten, wohl aber bei Alexandria an der aegyptischen Küste. Man kann aber annehmen, dass eher die veränderten Culturverhältnisse des Bodenbaues an dieser Verschiedenheit Schuld sind als ein in der Zwischenzeit stattgehabter Climawechsel. Eine gleiche Voraussetzung ist bei Erwägung der heutigen Abwesenheit von Pflanzenarten gestattet, die jetzt unter ähnlichen climatischen Bedingungen von den aegyptischen oder fernab von den Grenzen des Landes in entlegneren Nachbargebieten auftreten. Als solche seien erwähnt, *Delphinium orientale* Gay und *Centaurea depressa* M. B., von denen immerhin anzunehmen ist, dass sie ehemals als Unkräuter auf den Aeckern Ober-Aegyptens gedeihen konnten. In beiden Fällen ist allerdings auch die Annahme gestattet, ja die Wahrscheinlichkeit gross, dass diese heutigen Tages in Ober-Aegypten nirgends mehr anzutreffenden Pflanzenarten als Zierpflanzen eigens cultivirt wurden. Immerhin aber bleibt es zweifelhaft, ob solche Zierpflanzen dem einheimischen Florenbestande damaliger Zeit entnommen oder aus fremden Ländern eingeführt worden sind. Die alten Tempelinschriften und bildlichen Darstellungen liefern zahlreiche Belege für das Vorhandensein einer altaegyptischen Gartenkunst, auch für die Vorliebe, welche die Alten den Producten ferner Zonen zugewandt haben. Auf den Darstellungen von Triumphzügen der ältesten Zeit gewahrt man unter den Beutestücken Gewächse, die in Gefässe verpflanzt als fremde Merkwürdigkeiten einhergetragen werden.

Für die chronologische Geschichtsforschung können die alt-aegyptischen Pflanzenfunde dermaleinst noch eine gewisse Bedeutung gewinnen, indem viele Arten eine genaue, oft auf wenige Wochen zu beschränkende Angabe der Jahreszeit gestatten, in welcher die Einsargung geschah und welche Angabe in Verbindung mit anderen Daten, die der häufig erhalten gebliebene Todtenbericht über die Bestattungsfeierlichkeiten gewährt, gewisse Haltpunkte zur Feststellung der Sothis- (Sirius-) Perioden abgeben könnten.

Für die aegyptische Sprachforschung bieten diese Funde erwünschte Anhaltspunkte zur Präcisirung der Pflanzensymbolik und zur Identificirung der alten Pflanzennamen, während der Culturgeschichte in den fremdländischen Drogen und Genussmitteln der Todtenopfer neues Material für die Erforschung der alten Handelsbeziehungen und der aus anderen Ländern übertragenen Sitten und Gebräuche geboten erscheint.

Aufzählung der von mir nach Untersuchung beglaubigter Funde von Pflanzenresten[1]) aus dem alten Aegypten constatirten Pflanzenarten.

1. Nymphaea caerulea Savigny.

Der Lotus der alten Aegypter spielt unter den Pflanzenresten des grossen Gräberfundes von Der-el-Bahari (Theben 1881) eine hervorragende Rolle. Ganze Blüthen dieser Art steckten mit ihren langen Stielen wohlerhalten in den äusseren Binden der Mumie Ramses II, welcher, dem Todtenberichte zufolge, zur Zeit der XXI. oder XXII. Dynastie (1000—900 vor Chr.) ein neuer Bestattungspomp zu Theil geworden war. Ausserdem bilden die Kelch- und Kronenblätter dieser *Nymphaea* einen Hauptbestandtheil der meisten Blumengewinde jener Epoche und sie wiederholen sich an den meisten Mumien anderer Zeiten, die mit einem derartigen Blumenschmuck geziert wurden. Zahllos sind überdies die Abbildungen von blauem Lotus an den Tempelwänden der verschiedensten Epochen.

2. Nymphaea Lotus Hook.

Unter den Blumengewinden, mit welchen die Brust der Mumie Ramses II zur Zeit der XXII. Dynastie geschmückt wurde, findet sich eine Anzahl mit wohlerhaltenen Kronenblättern des weissen Lotus. Diese Art, die durch die Blüthenfärbung und Blattgestalt sich auf den alten Tempeldarstellungen leicht erkennen lassen müsste, ist von mir bisher noch nicht unter diesen ausfindig gemacht worden. Sie scheint im Blumenschmuck der Todten eine untergeordnete Rolle gespielt zu haben, während noch auf den Särgen der ptolemäischen Zeit, wie solche in der im vergangenen Winter aufgedeckten Necropole von Achmim zu sehen sind, blaue *Nymphaea*petala ausschliesslich zur farbigen Darstellung gelangten.

Von *Nelumbium* sind bisher in aegyptischen Gräbern keinerlei Reste angetroffen worden, ebensowenig bildliche Darstellungen an den Tempelwänden der älteren Zeit. Herodot ist der älteste Gewährsmann, der dieser Pflanze in Aegypten erwähnt, während in der römischen Kaiserzeit zahlreiche auf Aegypten Bezug habende Bildwerke das *Nelumbium* auf's Deutlichste zum Ausdruck bringen. Von dieser weit über das tropische und subtropische Asien und selbst weiter nach Norden in die gemässigte Zone hinein verbreiteten Pflanze hat man für die Nil-Länder keinen wilden Standort ausfindig gemacht; und gänzlich ungewiss erscheint ihr Vorhandensein am unteren Nil in vorherodotischer Zeit. Die Vermuthung erscheint daher naheliegend, dass der asiatische Lotus erst durch die Perser nach Aegypten verpflanzt wurde und sich daselbst während der griechisch-römischen Epoche in der Cultur erhielt, bis er später mit dem grösstentheils wohl gleichfalls nur im angebauten Zustande befindlichen Papyrus während der Periode des Niedergangs aus dem Lande verschwand. Mit Unrecht hat man aus dieser Thatsache zu folgern versucht, dass das Clima von Aegypten im Laufe der letzten 15 Jahrhunderte eine wesentliche Veränderung erfahren habe. Sowohl *Nelumbium*, als auch der Papyrus gedeihen heutigen Tags in vielen Gärten Aegyptens vortrefflich ohne besondere Pflege.

---

[1]) Um eine Controlle meiner Angaben zu ermöglichen, erkläre ich mich gern bereit, die von mir bei der Untersuchung der einzelnen Pflanzenreste angefertigten analytischen Zeichnungen den Specialforschern zur Verfügung zu stellen, welche sich für den Gegenstand interessiren und nicht in der Lage sein sollten, die Originalstücke selbst in Augenschein nehmen zu können.

3. Papaver Rhoeas L.

Vollständige und vortrefflich erhaltene Blüthen, deren Kronenblätter zum Theil noch deutlich eine röthliche Färbung erkennen lassen, fanden sich in grosser Zahl an den Blumengewinden vor, mit denen die Mumie der Prinzessin Nsi Chonsu von der XXII. Dynastie (Gräberfund von Der-el-Bahari 1881) geschmückt war. Diese Blüthen entsprechen der Form *α genuinum*, welche Boissiers Flora orientalis beschreibt und die in der Umgegend von Alexandria im März und April als Unkraut auf allen Feldern ebenso häufig anzutreffen ist wie in anderen Mittelmeerländern. Im Binnenlande von Aegypten hat der wilde Mohn bis jetzt noch nicht als Bestandtheil der wilden Flora aufgefunden werden können.

4. Delphinium orientale Gay.

Von dieser heutigen Tages nur in Vorderasien und zerstreut über einige Mittelmeergegenden verbreiteten aber noch nie in Aegypten angetroffenen Art fanden sich aufs vollkommenste in Form und sogar in Farbe erhaltene Blüthen an den Blumengewinden, die die Brust der Mumie Aahmos I. (XVIII. Dynastie nach Brugsch 1700, nach Anderen 1500 vor Chr.) bedeckten und welche der grosse Fund vom 6. Juli 1881 bei Eröffnung des Grabverstecks der XXII. Dynastie bei Der-el-Bahari (Theben) zu Tage förderte. Die Möglichkeit erscheint nicht ausgeschlossen, dass die auf dem Sarge Ramses II. angebrachte Notiz von der Erneuerung des Bestattungspompes unter der XXII. Dynastie sich nicht auf die damals im vielleicht noch unversehrten Zustande übergeführten Särge der anderen Könige der XVIII. und XIX. Dynastie bezieht und somit die Blumengewinde der Mumien Aahmos I., Amenhotep I. u. s. w., welche ein von den an der Mumie Ramses II. angebrachten verschiedenes Aussehen und eine abweichende, auf eine andere Jahreszeit schliessen lassende

Zusammensetzung darthun, wirklich vom Sterbejahr dieser Könige herstammen können.

5. Sinapis arvensis L. var. Allionii Jacq.

Einige Schötchen[1]) dieser in den Leinfeldern des heutigen Aegyptens noch immer sehr verbreiteten Form fanden sich den als Opfergabe in einem bei Dra-Abu-Negga (Theben) von Mariette aufgedeckten Grabe der XII. Dynastie gefundenen Leinkapseln beigemengt.

6. Coriandrum sativum L.

Von diesem bereits von Plinius unter den Erzeugnissen des alten Aegyptens aufgezählten Gewürz, fand sich unter den als Opfergabe aus der XXII. Dynastie im Grabversteck von Der-el-Bahari (Theben) niedergelegten Flechten eine halbe Theilfrucht vor, die keinen Zweifel über die Art zulässt.

7. Epilobium hirsutum L.

Blüthen zu 6—12 Stück in kleine Bündel zusammengeheftet fanden sich in das Gewinde von *Mentha* eingefügt, welches 1884 Professor Maspero in einem Grabe bei Abd-el-Qurna (Theben) vorfand und dessen Alter der genannte Forscher in die Zeit der XX. — XXVI. Dynastie (1000 -- 600 Jahre vor Chr.) versetzt. Dieses Grab scheint bereits in früherer Zeit geplündert worden zu sein und die in den Särgen enthaltenen Pflanzentheile lagen auf dem Fussboden zerstreut umher. Trotzdem haben sich die *Epilobium*-Blüthen in einem Zustande erhalten, welcher die Identificirung derselben mit der heutigen Art der aegyptischen Flora möglich macht. Dieselben entsprechen der kleinblüthigen Form, die in Unteraegypten auch bei Alexandria auftritt und bei dem weiten Formenkreise, welche diese verbreitete Art darthut, sich nicht einmal als eine geographische Varietät unterscheiden lässt. An den 2,5 *cm* langen, noch immer mit dichter Behaarung besetzten Fruchtknoten ist der Stiel und an diesem hin und wieder auch ein Blattrudiment erhalten. Die vier Fächer und in ihnen die Eichen sind wohl erhalten und gestatten eine genaue Analyse. Von den Kelchzipfeln ist die Mehrzahl abgebrochen; wo solche sich einfach erhalten haben, zeigen dieselben eine Länge von 5—7 *mm*. Die Kronenblätter sind geschwärzt und zusammengeschrumpft, die Staubgefässe und der Griffel dagegen im Zustande vollkommenster Erhaltung.

8. Punica granatum L.

Granatäpfel sind nicht nur häufig in den gemeisselten und farbigen Darstellungen der ältesten Tempel zu sehen, sondern pflegen auch unter

---

1) Vergl. Nature. Vol. 29. S. 315.

den Todtenopfern in den Grabkammern der verschiedensten Epochen vielfach aufzutreten. Blüthen fanden sich zum ersten Male in diesem Jahre unter den von Maspero bei Schech-Abd-el-Qurna (Theben) in dem aus der Zeit der XX. bis XXVI. Dynastie stammenden Grabe aufgelesenen Resten. An denselben fehlen die Kronenblätter und die meisten Staubgefässe. Die Blüthenkelche stecken noch an den kleinen Holzstäben, auf welche sie als auf Stiele gespiesst wurden, wahrscheinlich, um an einem Gewinde befestigt werden zu können. Seit im Jahre 1880 von B. Balfour und im Jahre darauf von mir selbst die erste wilde *Punica*-Art, die man kennt, und die der Culturart sehr nahe steht, auf der Insel Socotra aufgefunden wurde, gewinnt die Thatsache, dass der Granatapfel bereits in den ältesten Epochen der aegyptischen Geschichte Gegenstand des Gartenbaues war, ein erhöhtes Interesse.

9. Lawsonia inermis Lam.

Wiederholt sind in altaegyptischen Gräbern Mumien mit rothgelb gefärbten Nägeln gefunden worden und hierin war bisher der einzige unmittelbare Beleg für das Vorhandensein dieser Färbepflanze in jener Zeit geboten. Der in den verschiedensten Ländern der indisch-arabischen Welt verbreitete Brauch des Färbens der Nägel und der inneren Handflächen ist auch heute noch in Aegypten bei den Frauen des Volks im Schwunge und deutet auf einen sehr alten Ursprung hin. Zum ersten Male wurden in diesem Jahre aus dem Alterthum stammende Reste dieser Art von mir aufgefunden, und zwar unter den verworrenen Ueberbleibseln von Blumengewinden aus dem Grabe der XX.—XXVI. Dynastie, welches Prof. Maspero wiedereröffnet hat und dessen wiederholt Erwähnung geschah. Die von mir untersuchten Stücke bestehen zum Theil aus noch geschlossenen und wohlerhaltenen Blüthenknospen, die eine genaue Analyse gestatteten, zum Theil aus geöffneten, von denen die Kronenblätter und die meisten Staubbeutel abgefallen sind. Die Uebereinstimmung der untersuchten Theile mit der heute in Aegypten angebauten Art ist vollkommen.

10. Linum humile Mill.

Ein reicher Vorrath von wohlerhaltenen, meist unaufgesprungenen und noch auf den Stielen befestigten Kapseln fand sich als Opfergabe in einem von Mariette bei Dra-Abu-Negga (Theben) geöffneten Grabe aus der XII. Dynastie (2200—2400? vor Chr. nach Brugsch). Die Untersuchung dieser alten, in ihrem äusseren Aussehen von den heutigen durch nichts unterschiedenen Kapseln bot alle diejenigen Merkmale dar, die zu ihrer Identificirung mit der heutigen Culturpflanze, die in Aegypten und Abyssinien mit Ausschluss jeder anderen Leinart angebaut wird, ausreichten.

11. Alcea ficifolia L.

Unter den Blumengewinden der Mumie Amenhotep I und Aahmos I fanden sich wohlerhaltene Kronenblätter dieser Art angebracht, deren Grösse, Gestalt, Nervatur und Behaarung am Nagel ausreichende Merkmale darboten, um sie mit den gleichen Theilen ähnlicher Malvaceen der alten Welt einer vergleichenden Kritik unterziehen zu können, bei welcher sich herausstellte, dass in Summa nur die Kronenblätter der noch heute in alten arabischen Gärten Aegyptens allgemein angebauten und zum Theil halb verwilderten Stockrose eine vollkommene Identität aufzuweisen hatten. Diese in Vorderasien im wilden Zustande verbreitete Art wurde zur Zeit der XVIII. oder XXII. Dynastie (vergl. das hinsichtlich der Provenienz unter *Delphinium orientale* Gay gesagte) wahrscheinlich in Gärten als Zierpflanze cultivirt und erhält sich, wie manches Andere in dem conservativen Lande, in diesem Zustande bis auf den heutigen Tag.

12. Lagenaria vulgaris Ser.

In mehreren aegyptischen Museen werden Kalebassen aus altaegyptischen Gräberfunden herrührend aufbewahrt. Die im Museum von Cairo befindlichen stammen aus dem Gräberfunde von Dra-Abu-Negga und gehören der XII. Dynastie an.

13. Citrullus vulgaris Schrad.

var. *colocynthoides* Schwf.

In dem zu dem grossen Gräberfunde von 1881 gehörigen Sarge des Priesters Nibsoni (angeblich von der XX. Dynastie) lagen zum Theil vollkommen erhaltene Blätter zwischen dem Deckel und der Mumie, die sich leicht aufweichen und ausbreiten liessen und durch die lebhafte grüne Farbe ausgezeichnet waren, die sie beim Eintauchen in das heisse Wasser hervorbrachten. Eine aufmerksame Untersuchung der auf der Epidermis des Blattes befindlichen Knötchen und Schwielen führte zu ihrer Identificirung mit obiger Spielart, die in Oberaegypten unter dem Namen Gjurma, hauptsächlich der Kerne wegen als Oelfrucht angebaut wird und eine minderentwickelte Form der Wassermelone darstellt, die, wie bekannt, der wilden Flora von Central-Africa angehört. Der erwähnte Gräberfund in Verbindung mit den bereits früher in altägyptischen Gräbern gefundenen Samenkernen derselben Art, liefert eine Bestätigung der afrikanischen Heimath dieser heute so weit verbreiteten Culturpflanze.

Unter den Flechten aus der Zeit der XXII. Dynastie, die im Grabverstecke von Der-el-Bahari als Opfergabe niedergelegt waren, fand sich eine Cucurbitaceen-Ranke vor, deren genauere Bestimmung noch ihrer Erledigung harrt.

Von den drei Melonenarten, die im heutigen Aegypten Gitta (oder

Chate) Schamām und Qaūn genannt werden, sind bis jetzt noch keine Reste unter den alten Todtenspeisen der Gräber ausfindig gemacht worden, obgleich die sehr kenntliche Gestalt dieser eigenthümlichen Spielarten sich auf den alten Tempelbildern, wo sie unzählige Mal unter den Darstellungen von Opfergaben vorkommen, überall mit Bestimmtheit nachweisen lässt.

14. Vitis vinifera L.

Unter den Opfergaben und Todtenspeisen der XXII. Dynastie, welche der grosse Gräberfund von Der-el-Bahari zu Tage förderte, fanden sich auch rosinenartige Weinbeeren, die der heutigen grossen schwarzen Art entsprechen, die in Aegypten angebaut wird. Der bläuliche Wachsreif ist an der zusammengeschrumpften Haut dieser Beeren noch deutlich zu erkennen. Diese Frucht spielt unter den Tempelbildern eine ebenso grosse Rolle, wie unter den in den alten Gräbern verschiedener Epochen angetroffenen Todtenopfern.

15. Balanites aegyptiaca Del.

Unter den Opfergaben aus der XII. Dynastie, welche der Mariettesche Gräberfund zu Dra-Abu-Negga ans Licht brachte, fanden sich etliche (abgenagte?) Steinkerne dieser süssen Baumfrucht, welche in den südnubischen Wüstentheilen überall wild gefunden wird und sich auch innerhalb des eigentlichen Aegyptens noch heute in diesem Zustande vorfindet. Frühere Gräberfunde haben dergleichen bereits einigen aegyptischen Museen Europas zugeführt.

16. Lens esculenta Mch.

Unter denselben Todtenspeisen der XII. Dynastie, die soeben erwähnt wurden, erregen gewisse auf Näpfen niedergelegte Breiklumpen eine besondere Aufmerksamkeit. Dieselben bestehen zum Theil aus grobgeschrotenem Gerstenkorn, in welchem Falle sie den molae salsae der alten Römer vergleichbar erscheinen, theils aus Linsen, die bisher noch nicht durch beglaubigte Gräberfunde nachgewiesen werden konnten, obgleich einige Autoren des Alterthums ihrer in Verbindung mit dem alten Aegypten gedacht haben. Die einzelnen Samenkerne liessen sich aus der Masse lösen und gaben in Bezug auf Grösse und Gestalt keinen Unterschied von der kleinen Linsenform, die im heutigen Aegypten im Grossen cultivirt wird, zu erkennen.

17. Faba vulgaris Mch.

Aus dem nämlichen Gräberfunde der XII. Dynastie, wie die zwei vorigen Arten stammen zwei einzelne Bohnen, die durchaus der kleinen Form entsprechen, die von dieser Art im heutigen Aegypten in so grossem Massstabe angebaut wird. In Verbindung mit den Angaben, die

Herodot über die Bedeutung der Saubohne bei den alten Aegyptern macht (II, 37) und denen von Plinius (XVIII, 12 (30) hat dieser Fund ein erhöhtes Interesse.

18. Cajanus indicus L.

Gleichfalls aus dem Gräberfunde der XII. Dynastie stammt ein einzelner Same dieser Art, die sowohl wild als auch angebaut in den verschiedensten Theilen von Indien und des tropischen Afrikas in mehreren Formen angetroffen wird. Die im vorliegenden Samen zu erkennende entspricht nach Gestalt und Grösse der gelbblüthigen Form, die man zuweilen in Oberaegypten wild, im nubischen Nilthale dagegen noch heute in angebautem Zustande antrifft.

19. Sesbania aegyptiaca Pers.

In den Blumengewinden der Mumie Aahmos I aus dem grossen Gräberfunde von 1881[1]) fanden sich mehrere vollkommen erhaltene und zum Theil noch eine gelbliche Färbung zu erkennen gebende Blüthen dieser Art angebracht, welche im heutigen Aegypten zwar überall in Menge verwildert auftritt, indess unter diejenigen Gewächse zu rechnen ist, welche wie *Acacia nilotica* Del., *Ficus Sycomorus* L., *Hibiscus esculentus* Mah., *Corchorus olitorius* L., *Citrullus*, *Dolichos Lubia* Del., *Cucumis Melo* L. und andere der ursprünglichen Flora des Nilgebiets angehörig und heute noch in seinem tropischen Antheil angetroffen, wahrscheinlich von den ersten Anbauern im unteren Nilthal, als diese die Urvegetation lichteten, ausgespart und in die Cultur übergeführt worden sind.

20. Acacia nilotica Del.

Einige der Blumengewinde der Mumien Aahmos I und Amenhotep I aus dem grossen Gräberfunde von 1881 sind mit vollkommen erhaltenen noch an ihren Stielen sitzenden Blüthenköpfen dieser durch ihr Holz so werthvollen Baumart besetzt. Die Fülle der Merkmale, welche sich an diesen Pflanzentheilen erkennen lassen, gestattete eine vollkommene Identificirung mit der heutigen Art, die in der Vorzeit Aegyptens wahrscheinlich einen Hauptbestandtheil der Uferwaldungen ausmachte, während sie heute in diesem Zustande erst unter 10—11° n. B. am weissen Nil, im eigentlichen Aegypten und in den Oasen dagegen nur angebaut und verwildert angetroffen wird. Das äusserst feste und dauerhafte Holz fand im Alterthum mannichfache Verwendung und zahlreiche Geräthschaften und Figuren der Gräberfunde sind aus demselben angefertigt.

---

[1]) Hinsichtlich der Provenienz vergl. das unter *Delphinium orientale* Gay. gesagte.

21. Medicago hispida W.

var. *denticulata* W.

Eine vollständige und wohlerhaltene Hülse dieser unter zahlreichen Formen in den Mittelmeerländern soweit verbreiteten Art und gerade diejenige, welche unter den Ackerunkräutern des heutigen Aegyptens die häufigste ist, fand ich beim Untersuchen eines Rohziegels, den ich aus der Ziegelpyramide von Daschur losgelöst hatte. Das Alter dieses Bauwerks, welches die Aegyptologen vor dasjenige der grossen Pyramiden von Giseh zu setzen pflegen, ist noch nicht sicher bestimmt worden. Man nimmt indess die IV oder V. Dynastie als seine Entstehungszeit an. Nach diesem Vorkommen der genannten *Medicago*-Spielart, welchem die unter *Sinapis arvensis* L. var. *Allionii* Jacq. angeführte Thatsache zur Seite stehen würde, ist man zu der Vermuthung berechtigt, dass die Korn- und Leinfelder der ältesten Epochen der ägyptischen Geschichte in ihrer Beschaffenheit und dem symbiotischen Verhalten der Pflanzenarten durch nichts von dem gegenwärtigen Zustande verschieden gewesen sein dürften.

Ein an *Vicia* erinnerndes Hülsenfagment fand ich unter den Todtenspeisen im Grabe von Dra-Abbu-Negga (XII. Dynastie). Ueber diese Art habe ich bisher noch nicht ins Reine kommen können.

22. Mimusops Schimperi H.

Die meisten Blumengewinde, die sich an Mumien (seit der XXII. Dynastie) angebracht finden, bestehen, wie bereits erwähnt, zum grossen Theil aus zusammengefalteten Blättern dieser Art, für deren Identificirung die Länge und die Schlankheit der Blattstiele sowie die spitze Gestalt der Spreite spricht. In Gräbern aus verschiedenen Epochen fanden sich ausserdem unter den Todtenspeisen einzelne Kerne der Frucht, die gewisse Verschiedenheiten der Gestalt und Grösse zu erkennen geben, die sie von denen der nahe verwandten *M. Kummel* Bruce unterscheiden. Ich habe die Art mit der Persea[1]) der Alten zu identificiren versucht.

Heutigen Tages fehlt dieser Baum gänzlich in Aegypten, während derselbe in Abyssinien und seinen Nachbarländern eine grosse Verbreitung zu haben scheint. Die südliche Herkunft spricht für die Giltigkeit der von Diodor darüber gegebenen Andeutungen.

23. Ceruana pratensis Fk.

Besen aus den noch mit den Blüthenköpfen besetzten derben Stengeln dieser typischsten und ausschliesslichsten aller Nilpflanzen gebunden und von einem unbekannten Gräberfunde herrührend, bewahrt das aegyptische Museum zu Cairo und das British Museum zu London auf.

---

1) Näheres in Nature. Vol. 29. S. 110, 111.

Diese Besen entsprachen an Form genau den alten und werden noch heute in Aegypten aus *Ceruana* hergestellt, um zum Ausscheuern und Kehren der Stuben zu dienen.

24. Chrysanthemum coronarium L.

Zusammenhängende Hüllkelche dieser heutigen Tags innerhalb Aegyptens nur bei Alexandria wild wachsenden weitverbreiteten Mittelmeerpflanze fanden sich in dem aus der Zeit der XX. bis XXVI. Dynastie stammenden Grabe bei Schech-Abd-el-Qurna (Theben) und in einem anderen der griechisch-römischen Epoche jener Localität. Die Annahme erscheint gerechtfertigt, dass diese Pflanze zur Zierde in den alten Gärten Oberaegyptens angebaut wurde und so bei Herstellung der Mumiengewinde Verwendung finden konnte.

25. Carthamus tinctorius L.

In den Weidenblattpäckchen, welche die Blumengewinde der Mumie Amenhotep I. (Gräberfund 1881) zusammensetzen, sind kleine Bündel von Einzelblüthen dieser Art eingefügt, deren Theile sich genau untersuchen liessen und die Identität mit dem Saflor, dem Knikos der Alten darthaten. Die braunrothe Farbe der Blüthen, nur um einige Töne tiefer angelegt, hat sich erhalten.

Die äusseren Binden, mit denen die Mumien in gewissen Zwischenräumen zusammengeschnürt erscheinen, pflegen häufig im Gegensatz zum hellen Aussehen der übrigen Leinwandstreifen von röthlicher Färbung zu sein, welche letztere wahrscheinlich von den aus den Saflorblüthen hergestellten Farbstoff herrühren mag. Heute noch wird der orangerothe Saflor, welcher die Spielart *inermis* mit unbewehrten Hüllkelchblättern darstellt in ganz Aegypten als Oelfrucht angebaut, während die gelbblühende typische Form dieser Art nur in geringer Anzahl unter ihr anzutreffen ist.

26. Picris coronopifolia Aschrsn.

(= *Leontodon coronopifolium* Desf., *Crepis radicata* Boiss. non Forsk.)

Unter den aus Weidenblättern zusammengesetzten Blumengewinden der Mumie der Prinzessin Nsi-Chonsu von der XXII. Dynastie (1000 vor Chr.), welche der grosse Gräberfund von Der-el-Bahari zu Tage förderte, ist eine grosse Anzahl mit den Blüthenköpfen dieser für die Flora des Wüstenrandes von Mittel- und Ober-Aegypten so charakteristischen Composite versehen. Dieselben bieten bei ihrer vortrefflichen Erhaltung alle die zahlreichen Merkmale dar, welche der kleinblüthigen Wüstenform dieser im nördlichen Afrika durch eine Reihe von Spielarten (*P. lyrata* und *P. pilosa* Del.) vertretenen Art kennzeichnen. Die Blüthezeit der Art ist in Ober-Aegypten auf den März und April beschränkt.

27. Centaurea depressa M. B.

Die erwähnte Mumie der Nsi Chonsu zierten ausserdem andere Gewinde, die aus Weidenblättern und den wohlerhaltenen Blüthenköpfen der asiatischen Kornblume gebildet waren. An den oberen Stengeltheilen, welche zum Einfügen der Köpfe in das Gewinde dienten, sind hin und wieder noch einige Blüthen erhalten, welche die für die Art so characteristische feine Stachelspitze erkennen lassen. Abgesehen von den vielen Merkmalen, welche die einzelnen Blüthentheile darbieten, sind vor allen die Formverhältnisse des Achaeniums und Pappus massgebend, um die alte Pflanze von allen übrigen *Centaurea*-Arten mit Sicherheit zu unterscheiden. Die Pflanze wurde wahrscheinlich zur Zierde in Gärten angebaut. Allerdings ist die Vermuthung keineswegs ausgeschlossen, dass diese Art im Alterthum als Unkraut in den Kornfeldern Ober-Aegyptens verbreitet sein konnte, wie sie ja sporadisch auch auf den Aeckern von Attika und Arkadien vorzukommen pflegt. Ihr Hauptverbreitungsgebiet ist heute der Länderstrich zwischen Indus und Hellespont.

Noch habe ich bei den Compositen einiger kleiner Fragmente Erwähnung zu thun, deren Bestimmung bis jetzt nicht gelang und die möglicherweise einer ausseraegyptischen Art angehören könnten, da sie sich unter die Flechten gemischt vorfanden, die als Todtenopfer im Grabversteck der XXII. Dynastie niedergelegt waren.

28. Mentha piperita L.

In Gestalt eines aus 10 *cm* langen Zweigen zusammengeflochtenen Gewindes fand sich unter den im Grabe bei Schech-Abd-el-Qurna (XX. — XXVI. Dynastie) 1884 von Maspero aufgelesenen Pflanzenresten ein 30 *cm* langes Convolut, das möglicherweise einem Kranze[1]) angehört haben mag. Die Zweige sind um ein Bündel gespaltener Dattelpalmblätter geordnet und mit ähnlichen Streifen zur Befestigung von aussen umschnürt. Die einzelnen Aststücke, an denen noch die meisten Blätter hafteten, liessen sich ungeachtet ihres geschwärzten Aussehens aufweichen und ausbreiten.

Die Internodien zwischen den Blattpaaren sind 1—2,5 *cm* lang, die Blüthen haben einen 0,5 *cm* langen Stiel und die Spreite ist 2 *cm* lang, und 1 *cm* breit, im Umriss elliptisch-eiförmig-spitz, an der Basis kurz in den Stiel zusammengezogen oder fast abgerundet, 10—15 spitze Zähne sitzen jederseits am Rande, die Seitennerven sind meist zu 6 auf jeder Seite. Alle untersuchten Aeste entstammen sterilen Trieben und viele sind durch gegenüberstehende Achseltriebe mit kleinen und weit auseinandergerückten Blättern characterisirt.

Auf den ersten Blick erweist sich die Pflanze in der Summe ihrer

---

1) Vergl. W. Pleijte, la couronne de la justification, Pl. II. Leide 1884.

Merkmale als zur Classe der Labiaten gehörig, allein ihre Bestimmung als Pfeffermünze bedarf eines eingehenderen Beweises, denn typisch erscheint sie als solche nicht. Im Allgemeinen hat *Mentha piperita* L. weit längere, grössere und mehr vielnervige Blätter. Indess fanden sich aus wärmeren Gegenden (z. B. unter Exemplaren von v. Sellow in Brasilien gesammelt, die ich im Königl. Herbarium zu Berlin vergleichen konnte) klein- und kurzblättrige Formen, die der vorliegenden aufs täuschendste entsprechen und die Bentham nicht einmal als Spielart zu unterscheiden für werth befand. Die in der aegyptischen Flora aller Orten viel verbreitete *Mentha pulegium* L. entwickelt selten sterile Blatttriebe von gleicher Länge und Verzweigung, auch sind die Blätter nie so spitz und nur selten mit einem Stiel von ähnlicher Länge versehen. Die scharf markirten Zähne, die derbe Nervatur und die Blattgestalt der vorliegenden Pflanze treten ebensowenig an den verschiedenen Formen von *Origanum Majorana* L. hervor. Was aber die Blätter der beiden hier in Vergleich gezogenen Labiatenarten auf den ersten Blick von *Mentha piperita* L. unterscheidet, beruht auf die Gestalt der Drüsen. Diese sind bei letztgenannter Art klein- und durchscheinend goldgelb, liegen fast auf der Blattfläche auf und sind nur selten von einem schwachentwickelten Hofe umgeben oder gar mit einer entsprechenden Einsenkung in die Oberfläche des Blattes versehen. Dagegen zeigen die Blätter von *Mentha pulegium* L., *Origanum* und andere vermöge ihrer Blattgestalt etwa mit der fraglichen Pflanze in Vergleich zu ziehende Labiaten flache und grössere Drüsen die in eine förmliche Alveole eingesenkt erscheinen. Diese für *Mentha piperita* L. so characteristische Drüsengestaltung trifft in allen angeführten Einzelheiten bei der altaegyptischen Pflanze zu. Die zottigen Härchen, welche sich am Stiel und an den Hauptnerven der alten Blätter erhalten haben, stimmen gleichfalls mit der erwähnten kleinblättrigen Form der Pfeffermünze überein. Diese Art findet sich heute noch in Unteraegypten aber wahrscheinlich nur im verwilderten Zustande, da sie bisher nur in Gärten und in der Nähe bewohnter Plätze, nirgends aber in freiem Felde angetroffen wurde. Die ursprüngliche Heimath der Pfeffermünze ist noch unbekannt.

29. Olea europaea L.

Wirkliche Kränze, die um das Haupt von Mumien befestigt waren, bestanden, nach den bisher gemachten Gräberfunden zu urtheilen, immer nur aus Oelblättern und scheint dies eine der griechisch-römischen Epoche eigenthümliche Todtenzier gewesen zu sein.[1]) Professor G. Maspero fand 1882 in dem alten Grabe von Nofert-Sekheru bei Theben einen in späterer

---

[1]) W. Pleijte, l. c. p. 13, 14 vermuthet, dass der Oelbaum infolge der asiatischen Eroberungszüge der XIX. Dynastie nach Aegypten gelangt und seine Symbolik hierselbst eine von daher entlehnte gewesen sei.

Zeit angelegten Schacht, aus welchem er eine intact erhaltene Mumie der griechischen Epoche ans Tageslicht brachte, die mit einem solchen Stirnkranz von Oelblättern geziert ist, während die Brust *Mimosops*-gewinde bedecken. Unter den Pflanzenresten, die der genannte Forscher in diesem Jahre aus einem Grabe bei Schech-Abd-el-Qurna (XX.—XXVI. Dynastie) herausschaffte, befanden sich auch Theile von längeren Gewinden, die aus *Olea*-Blättern zusammengesetzt waren und eine von den übrigen Mumienguirlanden abweichende Arbeit verriethen, indem die Blätter theils an feine Fäden von Leingarn geheftet, theils mit Leinwandstreifen umwunden an die dem Gewinde als Halt dienenden Bündel von zerspaltenen Dattelpalmblättern befestigt waren. Der Oelbaum gedeiht heute noch vortrefflich in Unter- und Mittelaegypten, aber auch in anderen Theilen des eigentlichen Aegyptens und insonderheit in den Oasen.

30. Jasminum.

Eine einzelne Blumenkrone, die ich noch nicht näher untersuchen konnte, die aber dem äusseren Aussehen nach sehr wohl das heute noch in aegyptischen Gärten vielfach cultivirte *J. Sambac* L. sein könnte, fand sich unter den aus dem grossen Gräberfunde von 1881 stammenden Blumengewinden. (vergl. die Mittheilung vom 28. Decemb. 1883, in diesen Berichten Band I, Seite 546.)

31. Ficus Sycomorus L.

Sycomorenfrüchte, characteristisch durch den seitlichen Einschnitt, den die Egypter noch heute anzubringen pflegen, um die Fruchtreife zu vervollkommnen, spielen unter den farbigen Sculpturen der Opfergaben an den alten Tempelwänden eine grosse Rolle. Früchte selbst fanden sich bereits in altaegyptischen Gräbern und die Häufigkeit mit der das Holz dieses Baumes zur Herstellung von Särgen, Figuren u. s. w. Verwendung fand, zeugt von der grossen Verbreitung die der Baum im alten Aegypten hatte. Dass auch Zweige wahrscheinlich in symbolischer Bedeutung (als „Lebensbaum“ der Hathor geweiht, Nehet der Isis, wie W. Pleijte nachgewiesen) zu den Todtenopfern gelegt wurden, beweisen einige Stücke, die sich unter den 1884 im Grabe bei Abd-el-Qurna (XX—XXVI. Dynastie) gesammelten Pflanzenresten vorfanden, von denen aber leider die Blüthen verloren gingen. Nach Prof. Schenk's Untersuchung ist die Uebereinstimmung im anatomischen Bau den diese Aststücke mit heutigen Sycomorenzweigen darthun gewiss.

32. Ficus carica L.

Auf den ältesten Tempelbildern finden sich neben Sycomorenfrüchten auch Feigen unserer Art. Unter den Todtenspeisen der XII. Dynastie, die von Mariette bei Dra-Abu-Negga ans Tageslicht gebracht wurden, ist auch diese Fruchtart in einem Exemplare vertreten.

33. Salix Safsaf Forsk.

Die gefalteten Blätter dieser noch heute überall in Aegypten wildwachsenden oder gepflanzten Baum- und Strauchart, welche zum ersten Male der grosse Gräberfund von 1881 in zahlreichen Blumengewinden der Mumien von Aahmos I., Amenhotep I. und der Prinzessin Nsi-Chonsu (XXII Dynastie) zu Tage förderte, zeigen zum Theil vollkommene Erhaltung, sind mit dem Stiel versehen und gleichen an Gestalt und Grösse durchaus den heutigen.

34. Pinus Pinea L.

Zwei wohlerhaltene, wenn auch sehr kleingestaltete aber mit allen characteristischen Merkmalen der Art versehene Zapfen, die das aegyptische Museum zu Cairo aufbewahrt, stammen wahrscheinlich aus dem Gräberfunde von Dra-Abu-Negga (XII. Dynastie). Dieser überraschende Fund, dem sich die Wachholderbeeren und Flechten anreihen, die in den alten Gräbern aufgefunden wurden, deutet auf die alten Handelsbeziehungen, welche lange vor Beginn der griechischen Epoche Aegypten mit den benachbarten Gebieten Vorderasiens und der griechischen Inselwelt in Verbindung gesetzt haben.

35. Juniperus phoenicea L.

Wacholderbeeren dieser Art haben sich wiederholt in altaegyptischen Gräbern vorgefunden. Die von mir untersuchten gehören dem Gräberfunde von Dra-Abu-Negga (XII. Dynastie) und dem von Der-el-Bahari von 1881 (XXII. Dynastie) an, an welcher letzterer Localität sie mit den als Todtenopfer gespendeten Flechten vermischt niedergelegt waren.

36. Medemia Argun P. W. v. Würt.

(= *Hyphaene argun* Mart.)

Von dieser in der heutigen Flora nur an einer einzigen Stelle der grossen Nubischen Wüste angetroffenen Fächerpalme haben sich unter den alten Todtenopfern bereits früher Früchte vorgefunden.

Der Gräberfund von Dra-Abu-Negga (XII. Dynastie) hat gleichfalls deren etliche aufzuweisen.

37. Hyphaene thebaica Mart.

Eine Anzahl wohlerhaltener Früchte aus dem soeben erwähnten Gräberfunde bietet nicht die geringste Verschiedenheit von der heute in ganz Ober-Aegypten südlich von Assiut angebauten und in den Thälern Südnubiens, sowie im Osten der Sinaihalbinsel wildwachsenden Fächerpalme.

38. Phoenix dactylifera L.

Unter den Todtenspeisen, welche sich auf dem Boden des Grabverstecks von Der-el-Bahari (XXII. Dynastie) zerstreut vorfanden, in Folge stattgehabter Durchwühlung seines Inhalts seitens früherer Plünderer, waren auch Datteln zahlreich vertreten, die theils ein schwarzes, theils ein ledergelbes Aussehen hatten und in diesem letzteren Zustande von den frischgetrockneten der aegyptischen Märkte durch nichts verschieden schienen. Kenner der zahllosen Dattelformen, die heute in diesem Lande hervorgebracht werden, dürften im Stande sein, die alten mit einer der jetzigen Sorten zu identificiren.

Die Verwendung der Palmblätter und ihrer Theile, des Stammbastes, der Blüthenschäfte u. s. w. zu den verschiedensten gewerblichen Zwecken war im aegyptischen Alterthum bereits die nämliche wie heute und zahllos sind die in den Gräbern aufgefundenen Stücke, welche Belege hierfür liefern.

39. Hordeum vulgare L.

Von den zahlreichen Beispielen, die das Vorhandensein der Gerste unter den alten Todtenspeisen bestätigen, erwähne ich hier nur einer Schale mit zertrümmerten und arg verwitterten Gerstenähren, welche Mariette in einem Grabe bei Sakhara auffand, dessen Alter derselbe als die Zeit der V. Dynastie (3500 vor Chr.) ausgegeben hat. Es dürfte dieser Fund als die älteste Getreideprobe zu betrachten sein, die uns aus dem alten Aegypten überkommen ist. Vollständige Aehren zur genauen Bestimmung der alten Spielart haben mir bisher noch nicht vorgelegen.

40. Triticum vulgare Vill.

Unter den zahlreichen Weizenproben der Gräberfunde, die das Museum in Cairo bewahrt, sah ich keine anderen Formen, als die dem kleinen gedunsenen Korn entsprechenden, welche heutigen Tags zu den gemeinsten Erzeugnissen der aegyptischen Landwirthschaft zählt. Die von Unger und Braun erwähnten Weizenarten des alten Aegypten sind mir daselbst noch nicht zu Gesicht gekommen.

41. Andropogon laniger Dsf.

(= *Gymnanthelia lanigera* Anders.)

Von dieser, im südlichen Nubien einen Hauptbestandtheil der Steppen des Uebergangsgebiets darstellenden wohlriechenden Grasart, die auch auf der Sinai-Halbinsel, in Algerien, Mesopotamien und Beludschistan gefunden wurde, machte ich einige wohlerhaltene Aehren unter dem zerstückelten Stroh derselben Art ausfindig, welches mit den Flechten gemischt im Grabversteck der XXII. Dynastie zu Der-el-Bahari niedergelegt war und offenbar einen heilkräftigen Trank im Alterthum abgegeben hat, wie es auch heute noch im Drogenbazar von Cairo unter den in den Handel gebrachten Produkten des Sudans als „Mahareb“ eine hervorragende Rolle spielt.

Ein eigenthümlicher stark aromatischer im Laufe der Zeit allerdings sehr veränderter Geruch war diesem Todtenopfer noch immer eigen.

42. Leptochloa bipinnata Retz.

(= *Eragrostis cynosuroides* Del.)

Ein Bündel dieses aller Orten im eigentlichen Aegypten verbreiteten Grases, das als Charaktergewächs der schwarzen Nilerde gelten kann, fand sich in einem Sarge zur Seite der Mumie eingesteckt, welchen der grosse Gräberfund von 1881 zu Tage gefördert hat. Von dieser Grasart waren daselbst nur die wohlerhaltenen Blätter und sterilen Halme vorhanden, allein die von diesen zur Schau gestellten Merkmale liessen keinen Zweifel über die vollkommene Identität.

43. Cyperus Papyrus L.

Körbe und Geflechte von Gräberfunden verschiedener Epochen bestehen aus den Schäften dieser berühmten Pflanze. Blüthen- und Fruchtstände sind meines Wissens bisher noch nicht in den alten Gräbern gefunden worden. In grosser Menge kamen Papyrusschäfte zur Umhüllung mumificirter Gazellen, Wildschafe und Steinböcke zur Verwendung, wie ich dies bei den Gräbern der genannten Thiere zu constatiren Gelegenheit fand, die auf der Westseite des Nils bei Kom Mer, südlich von Esneh aufgedeckt wurden, deren Alter indess noch nicht bestimmt werden konnte.

44. Cyperus esculentus L.

Von dieser auf allen Märkten Aegyptens feilgebotenen wohlschmeckenden Erdfrucht, die im Delta Gegenstand des Anbaus ist, aber auch im wilden Zustande in Aegypten an verschiedenen Localitäten auftritt, fanden sich vereinzelte Stücke unter den Todtenspeisen der XII. und der XXII. Dynastie, welche die Gräberfunde von Dra-Abu-Negga und Der-el-Bahari zu Tage förderten.

45. Parmelia furfuracea Ach.

Prof. J. Müller in Genf hat Exemplare dieser weitverbreiteten Flechte, die im erwähnten Grabverstecke der XXII. Dynastie in erhablicher Menge deponirt war, einer sorgfältigen Untersuchung unterzogen und ihre Identität sichergestellt. Gewichtige Gründe sprechen dafür, dass die noch heutigen Tags als „Scheba“ auf allen Märkten Aegyptens feilgebotene, im eigenen Lande selbst aber nirgends hervorgebrachte Flechte bereits im Alterthume, wie gegenwärtig, von den Inseln des griechischen Archipels in den Handel gebracht wurde.

46. Usnea plicata Hoffm.

Unter den soeben erwähnten Flechten fanden sich nach Professor J. Müller's Bestimmung auch einige Stücke obiger Art, die indess bei der weiten geographischen Verbreitung der letzteren nicht geeignet sind, Winke zur näheren Feststellung ihrer Provenienz zu ertheilen.

Sitzung vom 31. October 1884.

Vorsitzender: Herr A. W. Eichler.

Zu ordentlichen Mitgliedern werden proklamirt die Herren:

Fischer von Waldheim, Dr. **A.**, Professor in Warschau.
Perring, **W.** in Berlin.
Briosi, Dr. **G.**, Professor in Pavia.
Schumann, Dr. **Carl** in Berlin.
Schenck, Dr. **Heinrich** in Bonn.
Holle, Dr. **H. G.** in Bremerhafen.
Möbius, Dr. **M.** in Heidelberg.
Wahrlich in Moskau.
Hobein, Dr. **Max** in München.

Als ordentliche Mitglieder sind vorgeschlagen die Herren:

Dr. **C. Fisch**, Privatdozent der Botanik an der Universität zu Erlangen (durch Eichler und Ascherson).

Dr. **Franz Xav. Pfeifer**, Kgl. Gymnasialprofessor in Dillingen, Bayern (durch Eichler und Tschirch).

Dr. **Schütt**, Assistent am pflanzenphysiologischen Institut zu Göttingen (durch Reinke und Tschirch).

A. von Lengerken, Lehrer am Progymnasium zu Hannov. Münden (durch Reinke und Eichler).

Als ausserordentliche Mitglieder sind vorgeschlagen die Herren:

Stud. phil. **Feist** zu Göttingen (durch Reinke und Tschirch).

Dr. **Carl Weber** in Prenzlau (durch Schwendener und Westermaier).

Dr. **Innocenz Troschel**, Gymnasiallehrer in Berlin W., Derflingerstr. 20a (durch Westermaier und Zimmermann).

Der Präsident der Gesellschaft berichtet über die General-Versammlung und theilt mit, dass die zu **Ausschussmitgliedern** und **Mitgliedern der Commission für die Flora von Deutschland** gewählten Herren sämmtlich die Wahl angenommen haben.

Ebenso haben die zu **Ehren-** und **correspondirenden Mitgliedern** ernannten Herren, soweit dieselben in Europa leben, die Wahl mit lebhaftem Danke für die ihnen gewordene Auszeichnung angenommen.

Die beiden **Präsidenten** jedoch bedauern die auf sie gefallene Wahl nicht annehmen zu können. Der seitherige Präsident Herr Pringsheim, und der Vicepräsident Herr Leitgeb werden demnach noch ein Jahr ihr Amt weiter verwalten.

Bei den darauf vorgenommenen **Wahlen** wurden

Herr **Schwendener** mit 17 Stimmen zum Vorsitzenden,
Herr **Eichler** mit 12 Stimmen zum ersten Stellvertreter des Vorsitzenden,
Herr **Kny** mit 19 Stimmen zum zweiten Stellvertreter des Vorsitzenden

gewählt. Sämmtliche übrigen Vorstandsmitglieder, die Herren **Frank**, **Köhne**, **Urban** (Schriftführer), **O. Müller** (Schatzmeister), **Ascherson**, **Magnus**, **Westermaier** (Mitglieder der Redaktionskommission) wurden durch Akklamation wiedergewählt.

Alle genannten Herren nahmen die Wahl an.

Mittheilungen.

53. Arthur Meyer: Bemerkung zu dem Aufsatze von B. Frank, „Ueber die Gummibildung im Holze und deren physiologische Bedeutung.“

Eingegangen am 23. August 1884.

Es wird vielleicht zweckmässig sein, wenn ich in Hinblick auf die Beobachtungen, welche Herr Professor Frank in obigem Aufsatze besprochen hat, nochmals darauf aufmerksam mache, dass eine Verstopfung geöffneter Tracheen durch Propfen einer eigenthümlichen Masse auch bei fleischigen Rhizomen monocotyledoner Pflanzen vorkommt. Beschrieben habe ich diese Erscheinung für *Veratrum album* und *nigrum* (Archiv der Pharmacie. 220. Bds. 2. Heft, 1882). Das Rhizom dieser Pflanzen wird von einer schwarzen, dünnen Schicht umschlossen. Diese besteht aus Parenchymzellen, deren Wände eine Metamorphose erlitten haben, ähnlich wie die Zellwände des Wundholzes oder auch manches Kernholzes. Eine Verkorkung der Zellwände liegt nicht vor, wohl aber eine Veränderung der Wand, welche die Zellen befähigt, das stärkereiche Parenchym des Rhizomes vor den zersetzenden Einflüssen des feuchten Bodens zu schützen. (Ich habe diese metamorphosirte Schicht Metaderma genannt und auch für *Aconitum napellus* und *Symphytum officinale* angegeben. Sie kommt ziemlich häufig bei unterirdischen Organen vor und vertritt dort den Kork. Es mögen diese Zeilen dazu dienen, nochmals auf das Metaderma aufmerksam zu machen; es ist bisher übersehen worden; auch Haberlandt hat es in seiner Physiolog. Pflanzenanatomie (Leipzig 1884) nicht erwähnt. Die Gefässbündel der abgestorbenen Blätter, welche diese Schicht durchsetzen, sind ebenfalls braun gefärbt und oft tief innen im Rhizom mit den erwähnten Propfen versehen. Ich habe dieses Verhältniss folgendermassen beschrieben (1882): „Die Gefässbündel verdanken ihre dunkelgelbe Farbe ebenfalls, wie das Metaderma, einer eigenthümlichen Metamorphose. Die Tracheen, vorzüglich in dem Bündeltheile, welches die Rinde durchzieht, werden theilweise auf ihren Wänden mit einer gelben Masse überzogen, theilweise ganz mit dieser Masse angefüllt. Auch in den obliterirten Siebröhren dieser Bündelpartien schien mir die Füllmasse hier und da aufzutreten. Die Ausfüllung mag dazu dienen das direkte Eindringen von Luft und Wasser in das Rhizom zu verhindern und so vielleicht der Pflanze nützen. Die Füllmasse löst sich nicht in Alkohol, nicht in kochender Kalilauge, nicht in Chloroform und widersteht der Schwefelsäure länger als die Holzsubstanz der Endodermzellen: Harz kann man sie wohl in keinem Falle nennen.“

Aber auch als Gummi würde ich diese Masse nicht bezeichnen, und es scheint fraglich, ob man die in den Gefässen des Kirschholzes vorkommenden, von Frank beschriebenen Pfropfen Gummi nennen darf. Die für dieselben angegebenen Reactionen scheinen mir nicht die des Kirschgummis zu sein.

54. J. Reinke: Notiz über die Abhängigkeit der Blattentwicklung von der Bewurzelung.

Eingegangen am 28. August 1884.

Dass die Bewurzelung einer Pflanze auf die Entwicklung und das Wachsthum der oberirdischen Theile in hervorragender Weise influirt, ist eine jedem Pflanzenzüchter wohlbekannte Thatsache. Insbesondere hat man bei dem Verpflanzen von Holzgewächsen Gelegenheit zu beobachten, wie in Folge einer Kürzung der Wurzeln, die sich meistens nicht vermeiden lässt, nicht nur die Schösslinge des nächsten Sommers schwächer und kürzer bleiben, als in dem Jahre vor und nach der Verpflanzung, sondern auch, dass die Blätter eine oft viel geringere Ausdehnung erlangen, als in Vegetationsperioden mit ungestörtem Wurzelwachsthum.

In einer Lehre von der Funktion der Wurzel ist diese Thatsache zu berücksichtigen. Ohne dass hier in eine theoretische Discussion der speciellen Ursachen eingetreten werden soll, welche die erwähnte Herabsetzung der normalen Wachsthumsenergie der Pflanze bedingen, möge nur daran erinnert sein, dass zweifellos bei jeder Kürzung gerade der jüngeren Wurzeln der sogenannte Wurzeldruck, wie man ihn am Querschnitt des Stammes manometrisch nachweist, eine Veränderung erfahren muss.1)

---

1) Ich habe mich davon überzeugt, dass sowohl Nadel- als auch Laubhölzer, deren jüngere Wurzeln weggeschnitten sind, und welche während eines ganzen Som-

Wenn wir von der durch den erblichen Speciescharacter vorgezeichneten Dimension der Blätter absehen, die ja bei jeder Pflanze innerhalb ziemlich weiter Grenzen zu schwanken vermag, so bezeichnet die Grösse, welche wir den ausgewachsenen Zustand nennen, offenbar eine Gleichgewichtslage zwischen den motorischen Kräften des Wachsthums und ihren Widerständen. Sinkt diese Grösse unter die normale herab, so müssen die das Wachsthum fördernden Kräfte eine Verminderung oder die das Wachsthum einschränkenden Kräfte eine Verstärkung erfahren haben, wenn nicht Beides zusammenfällt.

Das Kleinerbleiben der Blätter in Folge einer Verstümmelung beziehungsweise einer Verminderung der Saugwurzeln zeigen in besonders lehrreicher Weise die Abietineen. Bei ihnen ist die Ausbildung der Blätter lediglich auf den Frühjahrstrieb beschränkt, und man darf wohl annehmen, dass die Bildung des Frühjahrstriebes fast ganz auf Kosten von Reservestoffen geschieht, weil die Entwickelung desselben mit grosser Rapidität erfolgt und bald zum Stillstande gelangt. Da ich Veranlassung hatte, bei Verlegung meines Gartens eine Anzahl von Tannen zu verpflanzen und hierbei die meisten eine Kürzung der jüngeren Wurzeln erfahren mussten, so bot sich die Gelegenheit, einige Beobachtungen über die Abhängigkeit der Länge der Nadeln von der vorausgegangenen Reduction des Wurzelsystems zu machen; es scheint mir nicht ohne Interesse, wenn eine Anzahl characteristischer Beispiele zur Mittheilung gelangt, wobei ich Arten der Gattungen *Abies* und *Pinus* auswähle. Die Höhe der Exemplare wechselte zwischen ½ und 1½ *m*, dieselben hatten mehrere Jahre an einer Stelle gestanden, als die Verpflanzung begann; alle wurden mit Ballen versetzt, wobei jedoch eine nicht unerhebliche Verstümmelung der Wurzeln fast in allen Fällen eintreten musste mit Ausnahme der mit einem Stern bezeichneten Art, wo das Herausheben fast ohne jede Verletzung gelang und sich der Erfolg auch in der Länge der Blätter des nächsten Triebes geltend machte.

In der folgenden Tabelle enthält Col. A. die Länge der Nadeln (Mittelwerth von kräftigen Zweigen) des vor dem Verpflanzen gebildeten Jahrestriebes in Millimetern, Col. B. die Werthe für den auf das Verpflanzen unmittelbar folgenden Jahrestrieb und Col. C. die Werthe der Blattlängen in dem zweiten Jahre nach der Verpflanzung, wo die Bäumchen also vor der Blattbildung ihr Wurzelsystem wieder hatten ergänzen können.

---

mers keine neuen Saugwurzeln bildeten, durch das Periderm der älteren Wurzeln hindurch soviel Wasser aufzunehmen vermögen, als zur Deckung ihres Transpirationsverlustes nöthig ist.

Name	Länge der Nadeln in Millimetern		
	A.	B.	C.
Abies numidica	24	11	22
„ magnifica	32	16	38
„ grandis	36	22	37
„ nobilis	29	11	22
„ bifolia	29	14	35
„ amabilis	35	15	29
„ Nordmanniana	38	25	30
„ concolor	45	24	49
„ Douglasi	37	19	35
„ brachyphylla*	24	24	25
„ cilicica	34	15	28
„ Pinsapo	22	12	21
„ lasiocarpa	40	24	42
Pinus inops	71	28	55
„ Benthamiana	190	73	130
„ Jeffreyi	150	60	195
„ Cembra	98	48	80
„ Pumilio	55	27	62

Mit Ausnahme von *A. brachyphylla*, auf deren Ausgrabung besondere Sorgfalt verwendet wurde, so dass keine nennenswerthe Beschädigung selbst der Wurzelspitzen eingetreten war, zeigen die Blätter nach dem Verpflanzen eine Verkürzung bis zu 37 pCt. der Länge des vorhergehenden Jahres; bei dem betreffenden Exemplare von *Ab. nobilis*, welches diesen ungünstigsten Procentsatz aufweist, war in der That auch das Wurzelsystem besonders stark verletzt worden, so dass auch im zweiten Jahre die Blätter erst wieder 75 pCt. der Länge des ersten Jahres erreichten. Das ist freilich auch bei zahlreichen anderen Individuen der Fall, während einige, wie *Ab. magnifica*, *concolor*, *bifolia*, *Pinus Jeffreyi* im dritten Jahre erheblich längere Blätter producirten als im ersten. Diese letztere Erscheinung rührt theils daher, dass jüngere Individuen (*P. Jeffreyi*) noch nicht die volle Normallänge der Nadeln erreichen, theils ist sie wohl in dem etwas üppigeren und den Abietineen besonders zusagenden Boden begründet, in den die Bäumchen verpflanzt wurden.

55. Fritz Müller: Die Verzweigung von Stromanthe Tonckat (Aubl.) Eichl.

Eingegangen am 10. September 1884.

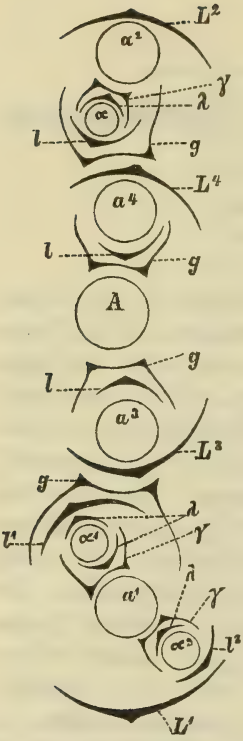
Stromanthe Tonckat[1]) gehört zu den stattlichsten der am Itajahy (bei Blumenau in Südbrasilien) heimischen Marantaceen. Ohne Bodenlaube erhebt sich der drehrunde Stengel blatt- und astlos bis gegen 2 *m* hoch, um sich dann zu einer ansehnlichen, reich verzweigten, schirmartigen Krone zu entfalten. Auf solche hochwüchsigen, wie überhaupt auf alle kräftigeren Schosse wollen dann Eichler's Angaben[2]) über die Verzweigung dieser Art nicht mehr passen. Danach würde *Str. Tonckat* dreiblättrige Knoten haben und es würde regelmässig nur aus dem untersten dieser Blätter ein Zweig entspringen. Es würde also an jedem Knoten nur eine einfache Gabelung stattfinden. Dagegen gehören hier, von den letzten Verzweigungen abgesehen, Knoten mit weniger als drei Aesten zu den Ausnahmen, und namentlich von dem ersten Knoten kräftiger Schosse pflegen 4 oder 5, ja häufig 6 Aeste auszustrahlen und in seltenen Fällen kann diese Zahl sogar auf 7 oder 8 steigen. Auch sonst bietet *Str. Tonckat* in ihrer Verzweigung so manches Eigene, dass es der Mühe lohnen mag, dieselbe kurz zu besprechen.

Des Mangels der Bodenlaube wurde bereits gedacht; ältere Pflanzen entbehren bodenständiger Laubblätter vollständig und es trägt dies nicht wenig bei zu dem eigenartigen Gepräge der Art. Nur ganz junge Pflanzen besitzen eine Bodenlaube; so fanden sich bei einem Pflänzchen, das erst einen einzigen, 0,06 *m* hohen unverästelten Stengel getrieben hatte, 5 bodenständige Laubblätter; der zweigliedrige Stengel trug 2 Laubblätter am ersten, eins am zweiten Knoten. An älteren Pflanzen ist der Stengel eng umschlossen von zwei oder drei bodenständigen, spreitelosen Niederblättern. Als Uebergang von ersterem zu letzterem Zustande findet man Sprosse jüngerer d. h. wenige Jahre alter Pflanzen, an welchen das oberste dieser bodenständigen Blätter noch eine, bisweilen schon recht kleine Spreite trägt. Die Umwandlung der Laubblätter in scheidenartige, spreitelose Niederblätter bleibt nicht immer beschränkt auf die Bodenlaube; sie dehnt sich oft aus auf die Blätter des ersten Stengelknotens. Namentlich geschieht dies häufig bei recht kräftigen, geil aufschiessenden Sprossen alter Pflanzen; bisweilen werden hier die Blätter des ersten Knotens sämmtlich zu Niederblättern, häufiger jedoch nur die unteren, während das oberste oder einige der oberen ihre Spreite behalten. Wie alle Laubblätter, tragen auch die bodenständigen Niederblätter in ihren Achseln Knospen, die aber nie sich zu Zweigen zu entwickeln scheinen

---

[1]) Durch Herrn Prof. Eichler gütigst bestimmt.

[2]) Eichler, Beiträge zur Morphologie und Systematik der Marantaceen. Berlin 1884. S. 9 u. 10, Taf. I. Fig. 4.



Grundriss der am ersten Stengelknoten einer *Stromanthe Tonckat* stehenden Blätter und Zweige.

A Stengel. *L* dessen Laubblätter. *a* die aus deren Achseln entspringenden Zweige. *g* deren Grundblätter. *l* deren grundständige Laubblätter *α* die aus den Achseln der letzteren entspringenden Zweige. *γ* deren Grundblätter. *λ* deren grundständige Laubblätter.

Die Zahl der am nämlichen Knoten beisammen stehenden Blätter des Stengels ist oft, wie Eichler angibt, drei; doch wenigstens an den unteren Knoten nicht zu schwacher Pflanzen ist sie in der Regel 4 oder 5. Bei ganz kleinen Pflanzen kann sie auch hier, wie es überall an den letzten Verzweigungen geschieht, auf 2 herabsinken.

Abweichend von Eichler's Angabe, dass *Str. Tonckat* „regelmässig nur aus dem untersten ihrer zu dreien an dem nämlichen Knoten vereinigten Blätter einen Zweig“ mache, dass überhaupt in der Gattung *Stromanthe* „die Zweige, wo solche überhaupt gebildet werden, nicht aus den Achseln aller Blätter, sondern nur aus den 1 oder 2 untersten der einzelnen Aggregationen“ kommen1), bleibt bei der hiesigen *Str. Tonckat* nur selten mehr als ein Blatt, das oberste, und sehr oft auch dieses nicht, ohne Zweig, so dass dem Knoten dann ebenso viel Zweige wie Blätter entspriessen. Bei fünf Stengelblättern und ebensoviel Zweigen findet man also, da das erste Laubblatt der Zweige grundständig ist, nicht weniger als 10 Laubblätter an demselben Knoten vereinigt. Bleiben die obersten Blätter des Knotens ohne Zweig, so umschliessen ihre Scheiden den Stengel, und ebenso werden die Zweige von ihrem Tragblatt, ihrem spreitelosen Grundblatt und ihrem ersten, grundständigen Laubblatt eng umschlossen; tragen alle Blätter Zweige, so erscheint der Stengel natürlich nackt und ist daran sofort

---

1) a. a. O. S. 78.

von den Zweigen zu unterscheiden. Das erste Laubblatt der Zweige ist, in Uebereinstimmung mit Eichler's Angaben, stets in entgegengesetzter Richtung gerollt, wie das Tragblatt.

Nur ausnahmsweise wird die Zahl der von eienem Knoten ausstrahlenden Aeste noch dadurch vermehrt, dass die Knospen in den Achseln der grundständigen Laubblätter des untersten oder der beiden untersten Zweige zu Zweigen auswachsen, und gegen die sonstige Regel können in diesem Falle sogar zwei grundständige Laubblätter auftreten und aus ihren Achseln Zweige treiben; in einem dieser Fälle hatte der unterste dieser Zweige zweiter Ordnung wieder zwei grundständige Laubblätter und so fanden sich hier an dem nämlichen Knoten dreizehn Laubblätter vereinigt, von denen 4 dem Stengel, 5 den 4 Zweigen erster, 4 den drei Zweigen zweiter Ordnung angehörten (Siehe das Diagramm). Bis jetzt sind derartige Zweige zweiter Ordnung nur an dem ersten Stengelknoten beobachtet worden.

Das eigenartige Aussehen der *St. Tonckat*, das weit mehr, namentlich bei niedrigeren Pflanzen, an *Maranta Ruiziana* erinnert, als z. B., an *Stromanthe lutea* (nach Eichler's Beschreibung und Abbildung)[1]), wird nicht allein durch die so reichliche Verästelung bedingt, sondern in gleichem, wo nicht höherem Grade durch die Richtung der oberen Stengelglieder und der Zweige. Das über einem Knoten liegende Glied des Stengels oder eines Astes bildet nicht die gerade Fortsetzung des nächstunteren und die von dem Knoten ausgehenden Zweige liegen nicht in derselben Ebene mit einem dieser beiden Stengelglieder; man sieht sie die verschiedensten Winkel miteinander und mit dem lothrechten Stamme des Schosses machen. Den einfachsten Fall, der am leichtesten die in diesem scheinbaren Wirrwarr waltende Regel erkennen lässt, bietet ein Stamm, von dessen ersten Knoten zwei Zweige ausgehen, die das zweite Stengelglied zwischen sich nehmen; dieses Stengelglied bildet, wie gesagt, nicht die gerade Fortsetzung des Stammes, sondern neigt sich stets etwas nach der Seite der schmalen Blatthälften und, falls die Zweige nicht gleich stark entwickelt sind (der untere, ältere ist meist der stärkere), gleichzeitig nach der Seite des schwächeren Zweiges, bildet also mit diesem einen kleineren Winkel, als mit dem stärkeren Zweige. Ebenso geht die durch die beiden Zweige gelegte Ebene nicht durch den Stamm, ssndern ist nach der Seite der breiteren Blatthälften geneigt. Dasselbe wiederholt sich an den übrigen Knoten des Stengels und der Zweige. Bei Knoten mit zahlreicheren Zweigen scheint für die oberen, jüngeren Zweige dieselbe Regel zu gelten, wie für die unteren; jedoch bedingt ihr früheres oder späteres Auftreten, ihre kräftigere oder schwächere Entwickelung so viele Abweichungen, dass ihre Richtung oft völlig regellos erscheint. Die seitliche Verschiebung des oberen Stengelgliedes ist wohl auf den Druck der verschieden stark entwickelten Zweige zurückzuführen, nicht aber die Neigung nach der Seite der schmalen Blatthälften, da diese auch bei astlosen Knoten sich findet. So wich das obere Stengelglied eines dünnen, etwa spannenhohen, astlosen Sprosses, dessen beide Knoten je zwei Laubblätter tragen, 24° von der Richtung des unteren ab, nach der Seite der schmalen Blatthälften zu.

---

[1] a. a. O. Taf. I, Fig. 2.

In Folge des stumpfen Winkels, den in immer gleichem Sinne jedes folgende Stengel- oder Zweigglied mit dem vorangehenden macht, entfernen sich dieselben immer weiter von der lothrechten Richtung und dadurch, wie durch die abnehmende Länge der aufeinanderfolgenden Glieder, kommt die schirmartige Wölbung der Laubkrone von *Str. Tonckat* zu Stande.

Anhangsweise mag noch bemerkt sein, dass an Zweigen, die sich der wagerechten Richtung nähern, das unter der Spreite liegende Gelenk der linksgerollten Blätter eine Rechtsdrehung, das der rechtsgerollten eine Linksdrehung erfährt, wodurch in beiden Fällen die schmale Blatthälfte der Spitze des Zweiges sich zuwendet. Aehnlich verhalten sich die Blätter des *Pharus brasiliensis*, eines Grases von ganz Marantaceen-ähnlichem Aussehen; auch hier sind die langen Stiele der linksgerollten Blätter rechts, die der rechtsgerollten links gedreht und zwar so stark, dass die untere Blattseite nach oben gekehrt wird. Bei *Alstroemeria*,[1]) deren Blätter bekanntlich ebenfalls umgewendet sind, sind alle Blattstiele rechts gedreht.

Blumenau, Prov. Santa Catharina,
Brasilien.

---

[1]) Ob bei allen Arten?

56. E. Stahl: Einfluss des Lichtes auf den Geotropismus einiger Pflanzenorgane.

Eingegangen am 19. October 1884.

Bei den meisten Versuchen, die zum Zweck der Ergründung der geotropischen Eigenschaften von Pflanzentheilen angestellt werden, hält man die Pflanzen unter sorgfältigem Lichtabschluss, um die durch die Schwerkraft bedingten Krümmungen nicht durch die Lichtwirkungen getrübt zu sehen. Man geht hierbei stillschweigend von der Annahme aus, dass das Licht, abgesehen von dem richtenden Einfluss, welchen es auf heliotropische Organe ausübt, den Geotropismus an und für sich nicht beeinflusse. Die einzigen in entgegengesetztem Sinn lautenden Angaben, die mir bekannt geworden sind, finden sich in dem Aufsatze von Karl Richter: Untersuchungen über den Einfluss der Beleuchtung auf das Eindringen der Keimwurzeln in den Boden.[1]) Nach Richter beeinflusst das Licht das Eindringen der Wurzeln insofern, „als es durch Schaffung von Wärme das Wachsthum überhaupt und damit die geotropische Abwärtskrümmung begünstigt“. Die Versuchsbedingungen, unter welchen diese Beobachtungen ausgeführt wurden, sind jedoch derart, dass sie zu der daraus gezogenen Schlussfolgerung keineswegs berechtigen. Ich brauche hier auf eine eingehendere Discussion der Richter'schen Angaben um so weniger einzugehen, als weiter unten gezeigt werden soll, dass durch das Licht der Geotropismus der Nebenwurzeln verstärkt wird, trotzdem durch dasselbe Agens das Längenwachsthum eine Verlangsamung erleidet.

Eine Beeinflussung der Qualität des Geotropismus durch Beleuchtung lässt sich mit Leichtigkeit an gewissen Rhizomen, sowie an den Nebenwurzeln erster Ordnung zahlreicher, vielleicht aller Pflanzen, nachweisen.

Einfluss des Lichtes auf den Geotropismus der Rhizome.

Unsere Kenntniss der Eigenschaften unterirdisch kriechender Rhizome ist durch Elfving's Untersuchungen[2]) ganz wesentlich gefördert worden. Derselbe zeigte, dass dergleichen Gebilde, trotz ihres radiären

---

[1]) Mitgetheilt von Wiesner in den Sitzungsber. der K. K. Akad. der Wiss. zu Wien am 19. Juni 1879.

[2]) F. Elfving. Ueber einige horizontal wachsende Rhizome. Arb. d. bot. Inst. in Würzburg. 2. Bd.

Baues, unter dem alleinigen Einfluss der Schwerkraft eine horizontale oder nahezu horizontale Lage einnehmen. Speziell nachgewiesen wurde dies für einige Monocotyledonen: *Heleocharis palustris*, *Sparganium ramosum* und *Scirpus maritimus*; es unterliegt aber keinem Zweifel, dass die erwähnten Eigenschaften eine weite Verbreitung zeigen. Wenn nun die Wachsthumsrichtung solcher Rhizome sich auf geotropische Eigenschaften zurückführen lässt, so bleibt es einstweilen unerklärt wie diese Gebilde, die entweder als oberirdische Axelsprosse angelegt werden oder aus Keimlingen hervorgehen, die an der Erdoberfläche sich entwickeln, schliesslich unter dieselbe gelangen; warum ferner, selbst an steilen Abhängen, die Rhizome nicht aus dem Boden hervortreten? Schon diese Erwägungen liessen in mir die Vermuthung einer Aenderung der geotropischen Eigenschaften aufkommen. Diese Vermuthung wurde auch bald durch die Untersuchung bestätigt.

Als Ausgangspunkt für meine Beobachtungen benutzte ich *Adoxa moschatellina*.

Adoxa moschatellina.

Die unterirdischen Ausläufer dieser Pflanze liefern ausgezeichnete Versuchsobjecte, da sie sehr gut in verschiedenen Medien gedeihen und den ganzen Sommer über leicht zu erhalten sind.

Die schuppenförmigen Niederblätter sitzen mit breiter Basis in zwei Längszeilen den elfenbeinweissen Rhizomen auf. Die beiden Blattreihen sind an der horizontal hinkriechenden Axe meist — jedoch nicht Ausnahmslos — den Längsseiten derselben parallel inserirt. Im völlig ausgebildeten Zustande zeigen die Blattschuppen eine convexe Unter- und eine rinnenförmig ausgehöhlte Oberseite; die Spitze der Schuppen ist etwas rückwärts gekrümmt. An der Spitze des Rhizoms sind die nach einwärts geschlagenen zweizeilig angeordneten Blätter kaputzenförmig über die jüngeren Blätter geschlagen, wobei der scharf hervortretende Rücken des zunächst zur Enfaltung kommenden Niederblattes die Sprossspitze einnimmt, welche in Folge dessen die Gestalt eines Keiles aufweist.

Um die Vertheilung des Längenwachsthums an den Rhizomen festzustellen verfuhr ich in der von Sachs[2]) für die Wurzeln angegebenen Methode, mit den für die Rhizome gebotenen Modificationen. Je nach der Stärke der Rhizome und der Energie des Wachsthums ergaben sich ganz beträchtliche individuelle Verschiedenheiten, so dass ich es unterlassen kann, die Resultate einzelner Versuche mitzutheilen. An manchen Exemplaren sind die 6—7 *mm.* unterhalb der Spitze liegenden Theile noch in Streckung begriffen, während an anderen schon in einer

---

1) cf. Sachs. Ueber orthotrope und plagiotrope Pflanzentheile. ibid.

2) Ueber das Wachsthum der Haupt- und Nebenwurzeln.

Entfernung von 4 *mm.* das Längenwachsthum aufhört. Die Zone des maximalen Zuwachses liegt, im Gegensatz zu dem für die oberirdischen Stengel bekannten Verhalten, hier, und wohl ganz allgemein bei den Rhizomen, in kurzer Entfernung von der Spitze des Organs, das sich in dieser Beziehung den Wurzeln analog verhält.

Durch die in acropetaler Reihenfolge stattfindende Streckung der Internodien wird die ihrerseits sehr langsam wachsende Endknospe in der Erde vorwärts geschoben, welcher Process durch die keilförmige Gestalt der Sprossspitze ganz wesentlich erleichtert wird.

Die jungen Internodien strecken sich anfangs in ihrer ganzen Länge. Bald jedoch hört das Wachsthum in den basalen Theilen auf, um nur noch in den apicalen fortzudauern. Da die Internodien unter Umständen eine Länge von mehreren Centimetern erreichen, so wachsen die oberen Theile noch lange fort nachdem die unteren schon lange in den Dauerzustand übergegangen sind. Noch bevor dieser Zeitpunkt eingetreten ist schlägt sich das die Sprossspitze beschützende Blatt zurück und das nächstjüngere Internodium beginnt seine Streckung.

Einfluss der Schwerkraft auf die Wachsthumsrichtung beleuchteter Rhizome.

Es ist schon seit langer Zeit bekannt, dass die Stengel von *Adoxa* in gewissen Entwicklungssstadien die Eigenthümlichkeit zeigen abwärts zu wachsen und in den Boden einzudringen. In neuerer Zeit hat Goebel[1]) das Verhalten der in den Boden eindringenden Ausläufer genauer beschrieben und nachgewiesen, dass das häufig unter einem Winkel von 45° stattfindende Abwärtswachsthum, wie bei den von Elfving untersuchten horizontal wachsenden Rhizomen, auf einer spezifisch geotropischen Empfindlichkeit der Ausläufer beruht.

Wie schon Goebel hervorgehoben hat, ist das Verhalten der Rhizome nicht bei allen Exemplaren dasselbe. Namentlich machen sich Differenzen geltend zwischen verschieden starken Rhizomen. Starke Ausläufer, wie man dieselben im April oder Anfangs Mai noch in starker Längsstreckung begriffen findet, wachsen bei verticaler Aufwärtsrichtung unter Bildung eines weiten Bogens schliesslich schief abwärts unter einem Winkel von etwa 45 Graden, während schmächtige Ausläufer, die sich aus der Axel der Niederblätter an aufrecht in Erde gesteckten Rhizomen entwickeln, ziemlich genau senkrecht abwärts wachsen. Wenn die Spitzen derselben nur selten genau vertical abwärts gerichtet sind, so ist dies den, schon von Goebel erwähnten, unausgesetzt stattfindenden Nutationen, durch welche die Spitze bald nach dieser bald nach jener Seite gewendet wird, zuzuschreiben.

---

1) Botan. Zeitg. 1880. Beiträge zur Morphologie und Physiologie des Blattes. p. 790.

Da bei diesen zarten Rhizomen die Krümmungen viel rascher eintreten als bei den starken und dieselben ausserdem den ganzen Sommer durch leicht zu erhalten sind, so habe ich sie auch vorzugsweise bei meinen Versuchen angewendet. Die im Freien eingesammelten Rhizome wurden mit der Spitze senkrecht aufwärts in mit feuchter Gartenerde angefüllte würfelförmige Thonnäpfe gesteckt und dem Zutritt des Lichtes ausgesetzt. Schon nach wenigen Tagen wuchsen die Endknospen, wie auch einzelne Axelknospen zu fadenförmigen Ausläufen aus, die mehr oder minder genau senkrecht abwärts wuchsen. Durch Umlegen der Thonnäpfe auf die eine oder die andere Seite konnte die Lage der Rhizome zum Horizonte ohne weitere Störung beliebig geändert werden.

Werden die Rhizome in wagerechte Stellung gebracht, so tritt schon nach wenigen Stunden eine Krümmung ein, in Folge deren die Spitzen nach unten gerichtet werden. Die Geschwindigkeit, mit welcher die Abwärtskrümmung vollzogen wird, ist individuell sehr verschieden: einzelne Exemplare eilen anderen, die im Uebrigen ganz gleichen äusseren Bedingungen ausgesetzt sind, bedeutend voraus.

Am raschesten erfolgt die Abwärtskrümmung, wenn die Rhizome in eine genau horizontale Lage gebracht werden. Vertical aufwärts gerichtete brauchen immer mehr als die doppelte Zeit, bis sie wieder ihre Spitze nach unten kehren. Oft bleiben solche Ausläufer Stunden lang ohne auch nur einen Beginn einer Krümmung zu zeigen, während dicht daneben horizontal gelegte schon lange die geotropische Krümmung ausgeführt haben. Ich unterlasse es hier einzelne Versuche zu beschreiben, da dieselben, bei den grossen individuellen Schwankungen, keinen weiteren Werth beanspruchen können. Das Angeführte genügt doch, zu zeigen, dass diese Ausläufer bei verschiedener Lage zum Horizont sich in dieser Beziehung ähnlich wie die Wurzeln verhalten.

Den Verlauf der Krümmung habe ich in seinen Einzelheiten nicht genauer festzustellen versucht.

Die Ebene, in welcher dieselbe erfolgt, zeigt keine bestimmte Beziehungen zu der Symmetrieebene der Ausläufer. Bei den unterirdisch hinkriechenden Rhizomen bilden die wechselständigen Niederblätter gewöhnlich zwei seitliche Längsreihen, während Ober- und Unterseite der Ausläufer blattfrei sind.

In Anbetracht dieser Anordnung der Theile konnte man die Vermuthung hegen, dass die Abwärtskrümmung vielleicht nur in der Symmetrieebene stattfände.

Um diesen Punkt zu erledigen wurde ein horizontal gelegter Ausläufer auf der nach oben gekehrten Längslinie mit einer Reihe von Tuschestrichen versehen. Nach einigen Stunden war eine Abwärtskrümmung in der die Tuschmarken einnehmenden Ebene erfolgt; die Tuschstriche befanden sich auf der convex gewordenen Seite.

Wurde nunmehr das Rhizom dergestalt orientirt, dass die vorherige Krümmungsebene horizontal lag, wobei die Tuschemarken auf eine Seite zu liegen kamen, so erfolgte ohne Spur von Torsion, einfach Abwärtskrümmung des Rhizoms.

Verschiedene andere Versuche ergaben das übereinstimmende Resultat, dass die Abwärtskrümmung in beliebigen Längsschnitten der Ausläufer erfolgen kann. Es ist also keine Dorsiventralität im Sachsschen Sinne vorhanden.

Die geschilderte Abwärtskrümmung der Ausläufer von *Adoxa* ist einzig und allein dem Einfluss der Schwerkraft zuzuschreiben. Von anderen Faktoren, deren Betheiligung man vermuthen könnte, wird zunächst an eine Wirkung des Lichtes oder an Feuchtigkeitsdifferenzen zu denken sein. Die Thatsache, dass die Erscheinung ebensowohl eintritt bei Versuchsobjecten, die ganz unter Wasser getaucht sind, als bei solchen, die mit ihrer Basis in feuchter Erde stecken, lehrt uns, dass, wenn auch positiver Hydrotropismus vorhanden sein sollte, die Abwärtskrümmung auch ohne dessen Mitwirkung zu Stande kommt. Dem richtenden Einfluss des Lichts, der sich ja sonst auf die meisten Pflanzenorgane in so auffallender Weise geltend macht, sind die Ausläufer von *Adoxa* nicht unterworfen.

Werden zahlreiche, neben einander aufrecht in feuchte Erde gesteckte Rhizome einseitig beleuchtet, so erfolgt die Abwärtskrümmung der Spitzen bald nach dieser, bald nach jener Seite, ohne bestimmte Beziehungen zum Lichteinfall erkennen zu lassen. Rhizome, die bei einseitiger Lichtzufuhr auf dem Klinostaten einer langsamen Rotation um eine horizontale Axe ausgesetzt waren, führten bei Ausschluss der geotropischen Krümmungen lebhaft Nutationen aus, die sich aber von dem Lichteinfall vollständig unabhängig erwiesen.

Wenn aber das Licht keine heliotropischen Krümmungen bedingt, so ist es doch von massgebender Bedeutung bei dem Eindringen der Rhizome in den Boden, da es die geotropischen Eigenschaften derselben in durchgreifender Weise modifizirt.

Verhalten der Ausläufer bei Lichtabschluss.

Untersucht man im Frühjahr den Boden in der Nähe blühender *Adoxa*pflanzen, so sieht man zahlreiche elfenbeinweisse Ausläufer horizontal das Erdreich durchziehen. Werden die Enden der Ausläufer nach oben gerichtet, so wird bald wieder durch Krümmung die wagerechte Wachsthumsrichtung erreicht. Viel langsamer tritt diese letztere ein, wenn die Rhizomenden senkrecht nach unten gerichtet werden.

Ganz dieselben Resultate erhält man mit von der Mutterpflanze abgetrennten Ausläufern. Werden dieselben mit ihrer Basis in feuchte Torfziegel gesteckt, so dass ihre Spitze senkrecht aufwärts gerichtet ist, so findet man nach einigen Tagen an allen Exemplaren die Enden horizontal. Werden die Torfziegel derart orientirt, dass die senkrecht abwärts schauende Spitze sich ungehindert in einem dunstgesättigten Raum bewegen kann, so dauert es oft längere Zeit, ehe die Aufwärtskrümmung zur horizontalen Lage eintritt; auch machen sich hier oft grosse individuelle Unterschiede bemerkbar. Bei einer Temperatur von 24—25° hatten in einem Versuche mehrere Pflanzen schon nach 16 Stunden wieder ihre horizontale Lage eingenommen, während bei anderen dasselbe Resultat erst nach mehreren Tagen erreicht wurde. Ist die horizontale Lage eingetreten, so verändern sich die Ausläufer, wenigstens bis in den Sommer hinein, nicht weiter. Durch die Abtrennung der Ausläufer von ihrer Mutterpflanze erleiden also dieselben keine Störung in ihren geotropischen Eigenschaften, ein Umstand, der dieselben zu ganz besonders geeigneten Versuchsobjecten macht, im Gegensatze zu den unterirdischen Ausläufern vieler anderen Pflanzen, die nach der Abtrennung sich zu aufrechten Sprossen umbilden.

Verhalten der Ausläufer bei abwechselnder Beleuchtung und Verdunkelung.

Aus den mitgetheilten Befunden, dass die Ausläufer im Dunkeln horizontal, bei Lichtzutritt vertikal oder schief abwärts wachsen, kann man schon den Schluss ziehen, dass die Verschiedenheit im Verhalten auf eine Lichtwirkung zurückzuführen ist. In der That hat man es in der Hand, durch Aenderung der Bedingungen die Ausläufer bald positiv geotropisch, bald diageotropisch zu machen.

Bei Lichtabschluss horizontal gewachsene Rhizome verändern, an's Licht gebracht, in kurzer Frist ihre Wachsthumsrichtung. In der heissen Sommerzeit genügen schon wenige Stunden, um eine vollständige Abwärtskrümmung herbeizuführen. Diese letztere ist, wie schon erwähnt worden, von der Richtung der einfallenden Lichtstrahlen unabhängig. Besonders deutlich ging dies aus einem Versuche hervor, bei welchem horizontal gewachsene Ausläufer, die mit einem dunkeln Recipienten bedeckt waren, nur von unten vermittelst eines Spiegels vom Lichte getroffen wurden. Auch hier liess die Abwärtskrümmung nicht lange auf sich warten.

Sind einmal in einem Rhizom durch den Einfluss des Lichtes die geotropischen Eigenschaften derart umgestaltet, dass es statt horizontal, senkrecht oder schief abwärts wächst, so geht bei Lichtentziehung diese Eigenschaft nicht gleich wieder verloren. Werden solche Ausläufer mit ihrer Spitze horizontal oder senkrecht aufwärts orientirt, so treten Krümmungen ein, in Folge deren die Spitzen wieder senkrecht oder schief abwärts gekehrt werden. Erst nach länger andauernder Verdunkelung — in einem Falle (bei 25°) nach etwa 36 Stunden — wurden die Ausläufer durch entsprechende Krümmungen wieder in die horizontale Lage gebracht. Es tritt also bei einem Ausläufer, welcher durch anhaltende Beleuchtung erst positiv geotropisch geworden ist, nach beliebigen Richtungsänderungen immer zuerst Abwärtskrümmung ein und erst nach längerer Zeit wird durch Aufwärtskrümmung das Ende wieder in wagerechte Lage gebracht. Durch abermaligen Lichtzutritt wird in wenigen Stunden wieder die Abwärtsrichtung erzielt u. s. f. Die Aenderung der geotropischen Eigenschaften kann an einem und demselben Ausläufer durch den Wechsel von Licht und Dunkelheit beliebig oft herbeigeführt werden.[1])

Das Licht braucht nur kurze Zeit einzuwirken, um die Abwärtskrümmung herbeizuführen, während schon eine längere Lichtentziehung nothwendig ist, um dessen Einwirkung wieder aufzuheben.

Unter normalen Verhältnissen, das heisst bei unterirdischem Wachsthum, sind die Ausläufer diageotropisch. Unter dem Einfluss des Lichtes erleidet das Protoplasma derartige innere Veränderungen, dass seine Reaction gegenüber dem richtenden Einfluss der Schwerkraft eine gänzliche Umgestaltung erleidet. Selbst nach Entziehung des Lichtes macht sich dessen Nachwirkung geltend, um erst nach einiger Zeit wieder aufzuhören. Oberirdisch angelegte Ausläufer werden daher durch die allmählige Lichtentziehung in ihrem Abwärtswachsen nicht gestört und dringen ziemlich tief in die Erdoberfläche ein, ehe sie die lothrechte Wachsthumsrichtung mit der wagerechten vertauschen.

Einfluss des Lichtes auf die Dauer des Längenwachsthums der Ausläufer.

Schon frühzeitig im Sommer stellen die Ausläufer der *Adoxa* ihr Längenwachsthum ein, während zugleich die Blattschuppen und Internodien beträchtlich an Dicke zunehmen und sich mit Reservestoffen füllen. Werden im Laufe des Sommers oder Herbstes solche Gebilde aus dem Boden entnommen und aufrecht in feuchten Sand oder Gartenerde gesteckt, so fängt bei Lichtzutritt die Endknospe, wie auch die Axelknospen der Niederblätter an, sich zu fadenförmigen Ausläufern zu strecken, die abwärts wachsen und so lange sich verlängern, bis sie sich mit ihrem Ende mehr oder weniger tief unter die Erdoberfläche eingebohrt haben. Hier wird zunächst durch Krümmung das Ende in wagerechte Lage gebracht, das Längenwachsthum stellt sich ein und der eingedrungene Theil schwillt zu dem bekannten Zwiebelknöllchen an. Die Länge der fadenförmigen Senker schwankt innerhalb sehr weiter Grenzen und ist bedingt durch die Entfernung zwischen der Ursprungsstelle der Senker und der Erdoberfläche, denn die Verlängerung dauert so lange fort, bis das ganze noch im Wachsthum begriffene Ende unter der Erde verborgen ist. Ich habe durch geeignete

---

1) Es ist von vornherein zu erwarten, dass die Aenderung des Geotropismus nicht erst bei völliger Lichtentziehung, sondern schon bei sehr schwacher Beleuchtung, eintreten wird. Diese Thatsache habe ich mehrfach constatirt, ohne jedoch diesen Punkt weiter zu verfolgen.

Vorrichtungen Senker von einer Länge von mehreren Centimetern erhalten, während dieselben nur eine sehr geringe Länge erreichen, wenn die abgeschnittenen Rhizome oder Rhizomstücke einfach auf feuchte Erde hingelegt werden. Selbst aus ganz kleinen Fragmenten mit einem einzigen Niederblatt entwickeln sich Senker, die an ihrem Ende zu kleinen Reservestoffbehältern anschwellen.

In dem Maasse, als die Ausbildung der zu den Zwiebelknöllchen anschwellenden Ausläuferspitzen vorwärts schreitet, sieht man die älteren oberirdischen Theile sich ihres Inhaltes allmälig entleeren und schliesslich absterben und verfaulen, so dass nach einiger Zeit von den dem Lichte zugänglichen Theilen nur noch die vertrockneten, unscheinbaren Reste übrig bleiben.

Nachdem einmal festgestellt worden war, dass die verschiedene Wachsthumsrichtung der Rhizome auf das Licht als massgebenden äusseren Factor zurückzuführen sei, stellte ich mir die Frage, durch welche äusseren Einflüsse die Anschwellung der eingedrungenen Rhizomenden bedingt wird, ob nämlich dieses veränderte Wachsthum auf dem Lichtmangel oder vielleicht auf der Berührung mit den Bodenpartikelchen beruhe. Zur Entscheidung dieser Frage dienten folgende Versuche. In feuchter Erde steckende Ausläufer, welche bereits lange, abwärts wachsende Triebe gebildet hatten, wurden sammt den Näpfchen, in welchen sie staken, auf einen in der Mitte durchlöcherten Teller gebracht, die ganze, mit einer Glasglocke bedeckte Cultur auf ein gläsernes Gefäss gestellt, in welches ich das Licht je nach Bedürfniss eindringen liess oder demselben durch Umhüllung des Glases mit schwarzem Papier den Eintritt verwehrte. Die Oeffnung der Tellermitte wurde mit einer doppelten Lage von dunkelgrauem, stets feucht gehaltenem Fliesspapier bedeckt und die Rhizome derart um die Oeffnung des Tellers disponirt, dass die Enden in Folge ihres Abwärtswachsthums bald auf das über der Telleröffnung ausgespannte befeuchtete Papier stossen mussten. In der That trafen die Ausläufer bald auf die Papierfläche. Einige bohrten sich selbständig hindurch, anderen wurde der Weg durch Nachhilfe mit einer Nadel geebnet. Die Länge der in den dunkeln Raum eingedrungenen Rhizomstücke zeigte sehr starke individuelle Schwankungen, von einigen wenigen selbst bis zu etwa zwei Centimetern. Die nicht unbeträchtliche Länge einzelner Exemplare ist dem Umstand zuzuschreiben, dass die Spitzen, ehe sie die doppelte Fliesspapierlage zu durchbohren vermochten, mit einer gewissen Kraft darauf drückten und dann, beim Nachgeben des Papiers, in Folge der elastischen Spannung mit ihrer Spitze ziemlich tief in den Dunkelraum hineinschnellten. Ausserdem haben wir ja gefunden, dass vorher beleuchtete Rhizome selbst nach mehrstündiger Verdunkelung in Folge der Nachwirkung der Beleuchtung sich immer noch positiv geotropisch verhalten. Nach längerer Zeit tritt endlich auch hier die diageotropische

Krümmung ein und das Längenwachsthum tritt zu Gunsten des Dickenwachsthums zurück: die Internodien bleiben kurz und schwellen mit den Blättern zu den Zwiebelknöllchen an. Ganz dieselben Erscheinungen, welche unter normalen Verhältnissen an den in den Boden eingedrungenen Ausläufern eintreten, lassen sich also unabhängig von der Contactwirkung der Bodenpartikelchen, durch blosse Verdunkelung herbeiführen, ein sicherer Beweis dafür, dass der verschiedene Wachsthumsmodus einzig und allein auf die Gegenwart oder Abwesenheit des Lichtes begründet ist. Wird dem Lichte wieder der Zutritt zu den Zwiebelknöllchen gestattet, so verlängert sich die Achse auf's Neue, um unter Bildung langgestreckter Internodien senkrecht oder schief abwärts zu wachsen. Durch abermalige Lichtentziehung wird immer erst diageotropische Krümmung und bald darauf die Anschwellung der Axen und Blätter bedingt In den Ausläufern von *Adoxa* haben wir also ein Organ, welches durch Lichtzutritt zu erneutem Längenwachsthum angespornt wird, ein interessantes Gegenstück zu dem von Sachs[1]) erwähnten Verhalten der 2—3 untersten Internodien der Kartoffelknollentriebe, deren Wachsthum in ganz auffallender Weise durch das Licht verhindert wird.

Circaea lutetiana.

Diese Pflanze stimmt in vieler Beziehung mit *Adoxa moschatellina* überein. Werden im Sommer kräftige Exemplare aus dem Boden gehoben, und mit ihren unterirdischen Organen in eine Nährlösung untergetaucht, so wachsen die Ausläufer weiter schief abwärts um unter Umständen eine ganz beträchtliche Länge zu erreichen. Werden die Ausläufer in eine von ihrer ursprünglichen Richtung abweichende Stellung gebracht, so führen sie, wie Goebel[2]) zeigte, energische geotropische Krümmungen aus, bis sie wiederum annähernd unter einem Winkel von 45° abwärts wachsen. Verschiedene Versuche zeigten mir dass die Abwärtskrümmung in verschiedenen Medianebenen erfolgen kann; die Ausläufer sind also, wie wir es schon für *Adoxa* gefunden haben, nicht dorsiventral.

Der schiefe Wuchs der Ausläufer, die ich nie wie bei *Adoxa* senkrecht abwärts wachsen sah, ist auch hier durch den Einfluss der Lichtes bedingt, denn stellt man die Cultur in's dunkle so tritt nach einiger Zeit eine Aufwärtskrümmung ein, durch welche die Spitze in wagerechte Stellung gebracht wird. Abermaliger Lichtzutritt macht sich schon frühzeitig in der Abwärts-Krümmung geltend. Auch bei dieser Pflanze können durch wiederholten Wechsel von Licht und Dunkelheit entgegengesetzt verlaufende Krümmungen hervorgerufen werden.

---

[1]) Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. p. 650.

[2]) l. c. p. 794.

Versuche, die Ende Dezember 1882 ausgeführt wurden, zeigten, dass ein schon ziemlich intensives Licht nothwendig ist um das Abwärtswachsthum hervorzurufen. Ein Glas in welchem eine Anzahl Ausläufer sich befanden, stand im geheizten Zimmer an einem der Mittagssonne zugänglichen Fenster. An hellen Wintertagen, wenn die Ausläufer direct von der Sonne beschienen wurden, wuchsen sie unter Winkeln von 45° schief abwärts. Nach zwei bis drei trüben Tagen waren dagegen schon viele Ausläuferenden in horizontaler Richtung gewachsen, während jede auch nur kürzere Besonnung schon bald die Abwärtsbewegung hervorrief.

Trientalis europaea.

Die Ausläufer einer Pflanze, welche in Nährlösung hinter Glas gezogen worden waren, wuchsen bei Lichtzutritt schief oder beinahe senkrecht abwärts. Nun wurde der Glascylinder in eine schwarze Pappröhre gesteckt, der Zutritt des Lichtes von oben zu den Ausläufern durch ein um die Stengelbasen gewickeltes schwarzes Tuch abgehalten. Schon nach wenigen Tagen waren die Enden aller Ausläufer horizontal gerichtet, in welcher Richtung sie dann fortwuchsen. Erneuter Lichtzutritt rief bald wieder Abwärtskrümmung hervor.

Die erwähnten Pflanzen, namentlich *Adoxa* und *Circaea* lieferten uns in ihren Ausläufern ausgezeichnete Versuchsobjecte, da die Wachsthumsweise durch die Abtrennung von der Mutterpflauze nicht wesentlich beeinflusst wird. Ich bezweifle nun nicht, dass die bei ihnen so leicht nachweisbare Beeinflussung des Geotropismus durch Beleuchtung eine bei Rhizomen allgemein verbreitete Erscheinung ist, obwohl die Feststellung des Thatbestandes bei vielen Pflanzen auf Schwierigkeiten stossen dürfte. Wie schon lange bekannt ist werden ja viele horizontal hinkriechende Rhizome schon durch geringe Eingriffe in den Vegetationsprozess der Mutterpflanze derart beeinflusst, dass ihr Wachsthum durchgreifende Veränderungen erfährt. Nicht selten werden dadurch horizontal hinkriechende Ausläufer zu aufrechtem Wuchse veranlasst, eine Erscheinung, die bei zahlreichen Rhizomen durch Lostrennung von der Mutterpflanze herbeigeführt wird. Horizontal gewachsene Ausläufer von *Asperula odorata*, welche, mit der Basis in Sand gesteckt, dem Einfluss des Lichtes ausgesetzt worden waren, liessen Stengel und Niederblätter ergrünen. Die Sprossspitze wuchs senkrecht aufwärts weiter und erzeugte einige grüne Laubblattquirle. *Cerastium arvense* zeigte ein ähnliches Verhalten, wie auch *Epilobium hirsutum*, dessen starke Ausläufer rasch ergrünten und an ihrer aufrechten Spitze auf die Niederblätter bald grössere, den Laubblättern ähnlichere grüne Blätter folgen liessen.

Einfluss der Beleuchtung auf den Geotropismus der Seitenwurzeln.

Die beim Studium der Rhizome gewonnenen Resultate machten es mir sehr wahrscheinlich, dass Beleuchtung auch auf die Wachsthumsrichtung der Nebenwurzeln nicht ohne Einfluss sein müsse. Diese Vermuthung wurde denn auch bald durch verschiedene Beobachtungen bestätigt. Zu meinen Versuchen benutzte ich die bekannten Sachs'schen mit lockerer Gartenerde angefüllten Recipienten mit schwach geneigten Glaswänden. Von den zahlreichen Versuchen mögen hier nur einige wenige mitgetheilt werden.

Phaseolus multiflorus.

Eine Keimpflanze von *Phaseolus multiflorus* hatte aus ihrer der Glaswand angeschmiegten Hauptwurzel eine Reihe von Seitenwurzeln entwickelt, welche unter Winkeln von 85—90° — also beinahe rechtwinkelig — von der Hauptwurzel abwuchsen. Am 8. Juli wurde die bisher dunkel gehaltene Pflanze in's helle Zimmer gebracht, so dass auch die Wurzeln vom diffusen Tageslicht getroffen wurden. Nach 24 Stunden war eine merkliche Aenderung der Neigung der Seitenwurzelenden zur Verticalen eingetreten und zwar war in allen Fällen eine Verringerung der Grenzwinkel[1]) zu constatiren. Zwei Wurzeln, deren Grenzwinkel im Dunkeln 85° betrug, verringerten denselben, die eine auf 70°, die andere auf 50°. Eine andere Seitenwurzel, welche genau senkrecht von der Hauptwurzel ausgewachsen war, krümmte sich unter dem Einfluss der Beleuchtung schief abwärts. Die nach der Krümmung ausgebildete Wurzelstrecke machte mit der Verticalen einen Winkel von nur noch 50°.

In dem beschriebenen Versuch waren die Grenzwinkeländerungen relativ gering ausgefallen. Meist sind dieselben viel beträchtlicher, wie man aus der Durchsicht der kleinen folgenden Tabelle wird sehen können. Die Angaben sind aus verschiedenen Versuchen zusammengestellt. Die Seitenwurzeln hatten sich sämmtlich in gleichmässig durchfeuchteter Erde entwickelt.

Nebenwurzeln von *Phaseolus multiflorus*.

	Grenzwinkel im Dunkeln	Grenzwinkel bei diffuser Beleuchtung	Differenz
1 . .	130°	25°	105
2 . .	80	15	65
3 . .	80	20	60
4 . .	90	35	55
5 . .	90	40	50
6 . .	65	15	50
7 . .	75	35	40
8 . .	75	45	30
9 . .	40	10	30

---

1) Mit dem Ausdruck Grenzwinkel bezeichnet Sachs den Winkel, welchen die Seitenwurzeln, unter dem richtenden Einfluss der Schwerkraft, mit der vertical abwärts wachsenden Hauptwurzel bilden.

Die stärkste 105° betragende Winkeländerung finden wir bei Wurzel 1, die aus dem hypocotylen Gliede sich entwickelt hatte unter Bildung eines sehr grossen Winkels mit der Wachsthumsrichtung der Hauptwurzel. Ueberhaupt sehen wir, dass die Winkeländerungen am beträchtlichsten ausfallen bei denjenigen Nebenwurzeln erster Ordnung, deren Wachsthumsrichtung am stärksten von der Verticalen abweicht. Dies gilt jedoch nur für die Nebenwurzeln erster Ordnung. Bei denjenigen zweiter Ordnung konnte ich, in Uebereinstimmung mit Sachs, (l. c.) unter den erwähnten Culturbedingungen geotropische Krümmungen überhaupt nicht wahrnehmen. Im Dunkeln wuchsen dieselben ungefähr senkrecht von ihrer Mutterwurzel ab und wurden auch durch Beleuchtung nicht aus ihrer Wachsthumsrichtung gebracht.

Vicia Faba.

Eine Keimpflanze, welche unter ähnlichen Bedingungen wie die Bohnenkeimlinge aus der abwärts wachsenden Hauptwurzel eine Reihe von Nebenwurzeln entwickelt hatte, wurde aus dem Dunkelkasten herausgenommen und in einen hellen Raum gestellt, in welchem die der Glaswand angeschmiegten Nebenwurzeln vom diffusen Tageslicht getroffen wurden. Hierbei ergaben sich bei vier beliebig herausgegriffenen Wurzeln folgende Winkeländerungen:

Wurzel	Grenzwinkel im Dunkeln	Grenzwinkel bei diffuser Beleuchtung	Differenz
1 . . .	70°	45°	25
2 . . .	80	35	45
3 . . .	60	25	35
4 . . .	60	25	35

Nachdem die Nebenwurzeln in der angegebenen Richtung eine Zeit lang fortgewachsen waren, wurde der ganze, tagüber dem Lichte ausgesetzte, Apparat um 180° gedreht, so dass die Spitze der Hauptwurzel zenithwärts, diejenigen der Nebenwurzeln schief aufwärts gerichtet waren. Nach 24 Stunden hatten sich die Nebenwurzeln 3 und 4 so weit nach abwärts gekrümmt, dass ihr Grenzwinkel wieder je 25° betrug. Die Wurzeln 1 und 2 waren bei ihrer Krümmung auf andere Seitenwurzeln gestossen und dadurch in ihrem Wachsthum gestört worden.

Bei wiederholtem Umkehrversuche wiederholten sich dieselben Erscheinungen. Wurden die Wurzeln dunkel gehalten, so traten die von Sachs[1]) beschriebenen Erscheinungen ein. Die in den auf einander folgenden Zuständen erreichten Grenzwinkel waren für jede Wurzel beinahe dieselben. Hierbei konnte auch die Angabe von Sachs bestätigt werden, wonach der Grenzwinkel einer Nebenwurzel nach einer Krümmung etwas grösser wird als er zuvor war.

---

1) l. c. p. 627.

Wurden dagegen die Versuche nicht mehr im Dunkeln, sondern bei Lichtzutritt ausgeführt, so zeigte sich ganz regelmässig die Verminderung der Grenzwinkel und zwar sowohl an denjenigen Wurzeln, welche soeben durch Drehung des Apparates um 180° schief nach oben gerichtet waren als an denjenigen, welche im Dunkeln unter den ihnen eigenen Grenzwinkeln schief abwärts gewachsen waren. Hierbei ist es ganz gleichgültig ob die morphologische Oberseite oder die Unterseite der Nebenwurzeln nach oben bezw. nach unten gekehrt ist. Es ergiebt sich hieraus, dass die erwähnten Krümmungen nicht in die Kategorie der photoepinastischen Erscheinungen zu zählen sind.

Zea Mais.

Die aus der Basis der Keimstengel hervorwachsenden Wurzeln, welche bald horizontal bald schief aufwärts von dem Mutterorgan abstehen, werden durch das Licht in ähnlicher Weise in ihrer Wachsthumsrichtung beeinflusst als die der bereits besprochenen Pflanzen. Ueberall tritt bei Beleuchtung Verminderung der Grenzwinkel ein.

Grenzwinkel im Dunkeln	Grenzwinkel nach der Beleuchtung
45°	20°
50	25
90	50
110	70
110	60

Salix alba.

An ins Wasser gesteckten Zweigen hatten sich oberhalb der Schnittfläche zahlreiche Wurzeln entwickelt, die ungefähr rechtwinkelig von dem Mutterorgan ausstrahlten. Nachdem die Wurzeln im Dunkeln bereits eine gewisse Länge erreicht hatten, ohne sich abwärts zu krümmen, wurde der sie enthaltende Recipient ans diffuse Tageslicht gestellt. Schon nach wenigen Stunden waren an allen Wurzeln beträchtliche Abwärtskrümmungen wahrzunehmen. Dasselbe Verhalten konnte auch für die aus den Rhizomen hervorgewachsenen Wurzeln von *Hydrocotyle bonariensis* festgestellt werden.

Da eine ganz analoge Beeinflussung der Wachsthumsrichtung der Seitenwurzeln durch das Licht noch bei verschiedenen anderen Pflanzen beobachtet werden konnte, so ist nicht zu bezweifeln, dass diese Erscheinung eine sehr verbreitete, wenn nicht ganz allgemeine ist.

Den oben gemachten Ausführungen gegenüber könnte man vielleicht die Einwendung machen, dass die Grenzwinkeländerungen nicht auf den Einfluss der Beleuchtung, sondern auf die mit derselben verknüpfte Temperaturerhöhung zurückzuführen seien.

Von äusseren Einflüssen, welche die Grösse des Grenzwinkels beeinflussen können, erwähnt Sachs[1]) die Feuchtigkeit der Erde und die Höhe der Temperatur. „Gelegentliche Wahrnehmungen, die ich erst künftig experimentell prüfen werde, legen mir die Annahme nahe, dass Nebenwurzeln, welche bei einer relativ niedrigen Temperatur unter einem bestimmten Grenzwinkel schief abwärts gewachsen sind, durch erhebliche Steigerung der Temperatur dazu veranlasst werden könnten, von Neuen steiler abwärts zu biegen und dann unter kleinerem Grenzwinkel weiter zu wachsen.“ Eigene Versuche ergaben mir durchaus ähnliche Resultate. Um diese Beeinflussung der Wachsthumsrichtung durch die Temperatur zu vermeiden, operirte ich bei den früher beschriebenen Versuchen bei möglichst constanter Temperatur; ausserdem wurde festgestellt, dass die durch Beleuchtung bedingte Verringerung der Grenzwinkel auch dann noch hervortritt, wenn die im Dunkeln bei höherer Temperatur cultivirten Pflanzen an einen beleuchteten Ort von bedeutend niedrigerer Temperatur gebracht werden.

Eine *Faba*pflanze hatte im Dunkeln bei einer Temperatur von 30° ihre energisch wachsenden Nebenwurzeln beinahe rechtwinkelig zur Hauptwurzel entwickelt. Um 11 Uhr Vormittags wurde der Versuchsapparat in ein nach Norden gelegenes Zimmer gestellt, dessen Temperatur sich den ganzen Tag über nur wenig von 22° entfernte. Schon nach drei Stunden war an allen Nebenwurzeln, trotz des geringen Längenzuwachses eine scharfe Abwärtskrümmung eingetreten.

Versuche mit *Phaseolus multiflorus* ergaben analoge Resultate. Eine Keimpflanze war im Dunkeln bei einer Temperatur von 30° zur Keimung gekommen, also bei einer Temperatur, die für das Wachsthum der Wurzeln sehr günstig ist, da das Optimum für das Wachsthum der Bohne nach Sachs ungefähr bei 33° C. liegt. Nachdem die Wachsthumsrichtung der der Glaswand angeschmiegten Wurzeln durch auf der Glaswand angebrachte Zinnoberstriche markirt worden war, wurde die Pflanze an das Nordfenster eines Zimmers gestellt, dessen Temperatur täglich sich nur wenig von 20° entfernte. Obwohl nun die Erde um die Wurzeln sich allmählich abkühlte, traten sehr auffallende Grenzwinkelverringerungen ein. Der Grenzwinkel einer Wurzel z. B. verringerte sich von 60 auf 10°, ein anderer von 90 auf 40°.

Es macht sich aber der Einfluss des Lichtes auf den Geotropismus der Nebenwurzeln nicht allein darin geltend, dass es die Grenzwinkel verringert, sondern es beschleunigt auch das Einleiten der geotropischen Krümmungen. Wird ein hinter Glaswand entwickeltes Wurzelsystem einer Bohnenpflanze durch Drehung des Apparates in seiner Lage zum Horizont verändert, so werden die den neuen Verhältnissen entsprechenden

---

1) Ueber das Wachsthum der Haupt- und Nebenwurzeln. p. 623.

Grenzwinkel der Nebenwurzeln ganz allmählich unter Bildung sehr seichter Bogen erreicht. Werden dergleichen Wurzeln dem Lichte ausgesetzt, so macht sich schon innerhalb kurzer Frist scharfe Abwärtskrümmung bemerkbar. Trotzdem das Licht das Längenwachsthum der Nebenwurzeln in sehr bemerklicher Weise retardirt, treten die geotropischen Krümmungen viel rascher hervor, so dass also hier Wachsthumsintensität und geotropische Kraft, der herrschenden Annahme entgegen, einander nicht proportional sind.

---

57. C. Steinbrinck: Ueber ein Bauprincip der aufspringenden Trockenfrüchte.

Bemerkungen zu den „Recherches sur la déhiscence des fruits à pericarpe sec“ von Leclerc du Sablon.

Eingegangen am 23. October 1884.

Die Untersuchungen, deren Ergebnisse Schwendener in seinem klassischen Werke: „Das mechanische Princip im anatomischen Bau der Monokotylen“ niedergelegt hat, beschränken sich, wie der Verfasser in der dritten Schlussbemerkung dieser Abhandlung hervorhebt, auf diejenigen Fälle, in denen die „mechanischen“ Zellen eine statische Bedeutung, d. h. die Aufgabe zu erfüllen haben, gegenüber den Angriffen äusserer, z. B. biegender, ziehender, zerrender, Kräfte die Integrität und die natürliche Lage der Pflanzenorgane zu wahren.

Bekanntlich ist aber in anderen Fällen den mechanischen Zellen die entgegengesetzte Aufgabe zugetheilt, durch ihr Zusammenwirken innere Spannkräfte zu erzeugen, welche den Zusammenhang der Gewebe zu lösen und die getrennten Organtheile aus ihrer ursprünglichen Lage zu entfernen haben. Wie die Natur, nach Schwendeners Entdeckungen, den statischen Forderungen in rationellster Weise gerecht wird, so verfährt sie auch bei der Lösung der zweiten, dynamischen, Aufgabe mit grosser Oekonomie; sie erzielt ihre Lösung in vielen Fällen mit den denkbar einfachsten und sparsamsten Mitteln. Bezüglich derjenigen Pflanzenorgane wenigstens, in welchen die dynamischwirksamen Zellen die mächtigste Ausbildung erreichen, hinsichtlich der aufspringenden Trockenfrüchte nämlich, ist der Beweis hierfür schon vor längerer Zeit erbracht worden. Mit Rücksicht auf die nachfolgende

Besprechung der in der Ueberschrift angeführten Abhandlung von Leclerc du Sablon sei das Hauptresultat der betreffenden Untersuchungen hier nochmals in einem Satze zusammengefasst. Derselbe hat zur Voraussetzung die Eigenschaft der meisten (oder aller?) gestreckten derb- oder dickwandigeren Parenchym- und Faserzellen im Gewebe der Perikarpien, beim Austrocknen in geringerem Maasse nach dem Längsdurchmesser als nach einem Querdurchmesser zu schrumpfen, und lässt sich folgendermaassen präcisiren:

Die in den aufspringenden Trockenfrüchten bei der Reife auftretenden hygroskopischen Spannungen rühren in der Mehrzahl der Fälle nicht oder nicht allein von Unterschieden in der Quellungsfähigkeit verschiedener Gewebspartieen her, sondern sie sind entweder ausschliesslich oder doch zum erheblichen Teil auf jene Schrumpfungsdifferenzen gestreckter Zellen zurückzuführen; die wirksamen Elemente sind nämlich gewöhnlich (gleichsam planmässig) so orientiert, dass durch ihre Anordnung — für sich, oder im Verein mit Unterschieden des Quellungsvermögens ihrer Wandungen — bei der Austrocknung Kräfte hervorgerufen werden, welche die Perikarpien an den Stellen des geringsten Wiederstandes zerreissen und nunmehr für die Ausstreuung der Samen dienliche Formänderungen verursachen.

Wenn Haberlandt in seinen „Physiologischen Leistungen der Pflanzengewebe“ das „mechanische Princip“ Schwendener's in mehrere „mechanische Bauprincipien“ gewissermaassen auflösst und ferner auf Grund eigner Forschung betreffs der assimilirenden Zellen einige Principien aufstellt, welche sich gleich wie der vorstehende Satz vornehmlich auf die Richtung der Zellwandungen beziehen, so dürfte es gestattet sein, in jenem Satze ebenfalls den Ausdruck eines Bauprincips zu finden und zwar desjenigen, nach welchem die Natur die Perikarpwandungen construirt hat, um mit geringem Materialaufwand die nötigen hygroskopischen Spannkräfte zu erzwingen. Sollte dasselbe der Kürze halber mit einem Worte gekennzeichnet werden, so könnte man es füglich im Vergleich zu den von Schwendener aufgefundenen statischen Principien als das wichtigste dynamische Bauprincip der Trockenfrüchte charakterisiren.[1])

---

[1]) Es verdient besonders hervorgehoben zu werden, dass die „mechanischen“ Zellen der Perikarpien in ihrem Bau sehr häufig mit den von Schwendener als „spezifisch mechanischen“ beschriebenen nicht übereinstimmen. Da ihre statische Bedeutung hinter der dynamischen zurücktritt, so ist dies leicht erklärlich. Doch verdienen die „spezifisch mechanischen“ Elemente, wenn sich gewisse Einzelresultate von Leclerc du Sablon bestätigen, eine grössere Berücksichtigung als ihnen bisher zu Theil geworden ist. Da es mir nämlich bei meiner Untersuchung hauptsächlich darauf ankam, die vielfach abnorme Lagerung der Perikarp-Elemente, die namentlich in den Epidermen und der „Hartschicht“ zu Tage tritt, zu erklären, habe ich mein Augenmerk weniger auf die Bastzellen gerichtet, welche die Gefässstränge begleiten, weil mir der Verlauf dieser durch andere Rücksichten bedingt schien. Da-

Das hier hervorgehobene, bereits im Jahre 1873 veröffentlichte Princip hat nun durch die neuesten umfassenderen Untersuchungen von Leclerc du Sablon wiederum seine Bestätigung gefunden. Denn bei der überwiegenden Mehrzahl der Gattungen, deren Oeffnungsmechanismus von demselben erörtert worden ist, steht das Resultat der Detailuntersuchung mit jenem älteren allgemeinen Ergebnisse in Einklang. Auf diese Uebereinstimmung hätte der Verfasser füglich hinweisen können. Statt dessen stellt derselbe jedoch die Existenz eines „genügend klaren“ Allgemeinresultats der älteren Untersuchungen in seiner historischen Einleitung gänzlich in Abrede, um sodann den Kernpunkt desselben (mit einer gewissen noch zu besprechenden Einschränkung) am Schlusse des Werkes in der „conclusion générale“ als Produkt der eigenen Forschung zu proklamiren.[1])

Uebrigens vernachlässigt Leclerc du Sablon die Einzelergebnisse älterer Arbeiten in nicht minder auffälliger Weise. So nimmt er z. B. von dem durch verschiedene Forscher aufs schlagendste gelieferten Nachweis[2]), dass die Torsion der Grannen von *Erodium*, *Avena* u. a. vorzugsweise auf der Eigentorsion gewisser Zellen beruht, durchaus keine Notiz; seine Deutung des Torsionsmechanismus dieser Grannen ist daher zum mindesten ganz unzulänglich. Sollte ihm dieser Nachweis ebenfalls entgangen sein, obwohl derselbe nicht

---

gegen vernachlässigt Leclerc du Sablon nicht selten über den Bastzellen die übrigen Gewebselemente.

1) Dass der Verfasser das oben präcisirte Allgemeinresultat in meinen Arbeiten nicht gefunden haben sollte, ist mir unerklärlich. Dasselbe ist auf p. 49 ff. meiner Dissertation: „Ueber die anatomischen Ursachen des Aufspringens der Früchte“ deutlich ausgesprochen; dort ist auch über verschiedene Weisen, wie die Natur das Princip zur Anwendung bringt, ausführlicher gehandelt. Zudem ist dasselbe in jeder der nachfolgenden kleineren Publikationen nachdrücklich hervorgehoben. (S. Bot. Zeit. 1878, p. 561 ff.; Ber. d. deutsch. botan. Ges. I. p. 270 ff. sowie p. 339 ff. und p. 360). Alle beziehen sich auf jenes Bauprincip: ein Theil vertheidigt die Gültigkeit des Princips gegenüber den Auffassungen anderer Forscher; ein anderer Abschnitt beschäftigt sich mit einem bei der Torsion einiger Grannen wirkenden Agens, das in dem oben präcisirten Allgemeinresultat keine Erwähnung gefunden und macht ferner auf den einzigen mir bis jetzt bekannten und noch nicht erklärten Ausnahmefall aufmerksam, der mit dem Princip in Widerspruch zu stehen scheint (Fruchtfächer von einzelnen Geraniaceen, s. Bot. Zeit. 1878, p. 612). In der letzten Mittheilung endlich habe ich die Richtigkeit des Princips durch die Untersuchung solcher Perikarpien gewissermassen zu controliren gesucht, die sich erst nach dem Austrocknen durch nachträgliche Wasseraufnahme weit zu öffnen vermögen, und ihren Bau mit dem Princip insofern in Einklang gefunden, als die kürzesten Durchmesser der Quellzellen wiederum mit der Richtung der hygroskopischen Spannung zusammenfallen.

2) S. F. Darwin, Transact. of the Linnean Soc. Botany, 1876. I. p. 149 ff. — **Steinbrinck**, Bot. Zeit. 1878, p. 596 f. und Ber. d. deutsch. bot. Ges. I. p. 270, Anm. 2. — A. **Zimmermann**, Pringsh. Jahrb. XII. p. 7 ff. und p. 33 ff. des Separatabdrucks.

allein von Interesse für den Specialforscher, sondern wegen des zugleich constatirten Zusammenhangs zwischen der Streifung und Porenrichtung einerseits und der Quellungs- oder Schrumpfungsrichtung anderseits für eine brennende Zeitfrage, nämlich für die Frage nach der Constitution der Zellmembranen, zweifellos von grosser Bedeutung ist? Betreffs der Einzelergebnisse meiner Untersuchungen bemerkt Leclerc du Sablon in der Einleitung (pag. 14), dass sie „dans certains cas“ mit den von ihm gewonnenen Resultaten übereinstimmten und stellt die ausführliche Discussion jedes derselben für die eingehende Besprechung der Früchte nach Familien in Aussicht. Nach der Darstellung dieses speziellen Theils aber würde sich die Uebereinstimmung auf 2 Gattungen, nämlich *Syringa* und *Scrophularia*, beschränken; in den meisten anderen Fällen, in welchen seine Nachuntersuchung meine Angaben der Hauptsache nach bestätigt, (Papilionaceen, Orchideen, Genera der Caryophylleen, *Mercurialis*, *Euphorbia*, *Primula*, *Linaria*, *Papaver*) ist von diesen mit keinem Worte die Rede.

Vielleicht hat sich aber der Verfasser dadurch veranlasst gefunden, meine Angaben zu übersehen, weil er zu dem Schlusse gekommen ist, dass der Hauptsatz derselben einerseits einer Einschränkung, anderseits einer vervollständigenden Zusatzbestimmung bedürfe. In der conclusion générale stellt er nämlich (pag. 97) die Behauptung auf, es genüge, — abgesehen von seltenen Ausnahmefällen, die durch die starke Contraction des „parenchyme mou“ ihre Erklärung fänden — zum Verständniss des Oeffnungsmechanismus der Perikarpien von den zwei folgenden Eigenschaften „des éléments lignifiés“ Anwendung zu machen:

1°. Les cellules ou les fibres se contractent d'autant plus, sous l'influence de la dessiccation, que leurs parois sont plus epaisses, toutes choses égales d'ailleurs;

2°. Les fibres se contractent, par la dessiccation, moins dans le sens de leur longueur que dans les autres directions.

Was nun zunächst die oben erwähnte Einschränkung betrifft, so besteht sie nach den citirten Worten (vgl. auch pag. 20) darin, dass der Verfasser von den dem parenchyme mou nicht angehörigen Zellen nur die verholzten als dynamisch wirksam heranzieht. Es ist allerdings nicht in Abrede zu stellen, dass die verholzten Elemente für den Oeffnungsmechanismus im allgemeinen die grösste Rolle spielen, gänzlich verkehrt jedoch, den dickwandigeren, nichtverholzten jegliche Bedeutung für denselben principiell abzusprechen oder sie etwa von der im Satze 2°. ausgedrückten Eigenschaft auszuschliessen. So ist beispielsweise die in hohem Grade dynamisch wirksame Wandmasse der stark verdickten Quellzellen im Exokarp von *Mesembryanthemum* und in der Scheidewand von *Veronica*, sowie die oft überaus mächtig entwickelte und dementsprechend bei den Oeffnungsbewegungen betheiligte Aussenepidermis der Hülsen nicht verholzt. Und wenn Leclerc du Sablon selbst hervorhebt, dass bei einer Hülse, nämlich *Spartium iunceum* die Aussenepidermis ausnahmsweise verholzt ist, so lässt eben diese Thatsache, sowie die andere sie ergänzende, dass nämlich die mechanisch-wirksamen Zellen der Innenepidermis bei einer *Veronica*, (*V. officinalis*) ausnahmsweise nicht verholzt sind, das Ungerechtfertigte der von Leclerc du Sablon statuirten principiellen Beschränkung aufs deutlichste hervortreten, da die hygroskopischen Spannungen durch diese chemischen Abweichungen nicht berührt werden.

Auf nicht minder schwachen Füssen steht die von dem Verfasser der Recherches für nöthig erachtete Zusatzbestimmung, die oben erwähnt wurde. Sie ist ausgesprochen in dem oben citirten Theorem 1° und sucht nach dem Wortlaut desselben (vgl. auch die Auseinandersetzung auf pag. 20 der Recherches, sowie die einschläglichen Detailbeschreibungen,) den Ursprung der hygroskopischen Spannungen in den Fällen, wo das Theorem 2° nicht ausreicht, auf den verschiedenen Verdickungsgrad der activ und passiv betheiligten Wandcomplexe zurückzuführen. Unter einer gewissen Voraussetzung muss in der That das Maass der Verdickung im Sinne des Satzes 1° auf die Grösse der Schrumpfung von Einfluss sein. Denn macht man die Annahme, welche nach den bisherigen Erfahrungen wohl die wahrscheinlichste ist, dass nämlich im allgemeinen die dickeren Zellmembranen vorwiegend in der radialen Richtung quellen und schrumpfen, so ist klar, dass die Verkürzung einer Gewebspartie nach einer bestimmten Richtung um so stärker sein muss, je dicker und je zahlreicher die Wandungen sind, welche sich transversal zu dieser Richtung eingeschaltet finden. Hier erhebt sich aber die Frage, ob in den Fällen, welche Leclerc du Sablon mit Hülfe des Satzes 1° erklären will und auf Grund deren er diesen Satz aufgestellt hat, die Wandverdickung thatsächlich allein ausschlaggebend ist, ob nicht vielmehr ein anderer Factor, nämlich das durch die chemische und physikalische Constitution der Zellmembranen bedingte Quellungsvermögen in dem Mechanismus der betreffenden Perikarpien eine grössere Rolle spielt. Die Beantwortung dieser Frage ist der Verfasser schuldig geblieben. Er hat darauf bezügliche Untersuchungen kaum angestellt. und doch ist es selbstverständlich, dass die durch die Austrocknung bewirkte Krümmung eines Komplexes gleichgerichteter und -gebauter Zellen nur dann mit Bestimmtheit auf den Grad der Verdickung allein zurückgeführt werden kann, wenn eine durchaus gleichmässige Constitution aller in Betracht kommenden Membranen constatirt worden ist. Obwohl diese Behauptung wohl keines weiteren Beweises bedarf, so mögen doch einige specielle Beispiele für sie angeführt werden, um zu zeigen, wie unerlässlich gerade für die Ergründung des Oeffnungsmechanismus der Perikarpien die genaue Untersuchung der chemischen Natur und des physikalischen (micellaren) Aufbaus der Wandsubstanz ist. Einen schlagenden Beweis liefern wiederum die Hülsen. Bei *Lathyrus odoratus* z. B. nimmt die Wandverdickung in jeder Klappe von aussen nach innen ab, die durch Wasserverlust herbeigeführte Schrumpfung dagegen in derselben Richtung successive zu. Und diese Thatsache ist um so prägnanter, weil sich bei den Hülsen zwischen den aufeinanderfolgenden Lagen der verholzten Hartschicht bisher nicht einmal constante chemische Differenzen, sondern nur Unterschiede in der äusseren Ausgestaltung ihrer Zellen und dem inneren Aufbau ihrer Membranen nachweisen liessen. — Einen ferneren Beleg bieten die Innenepidermen mancher Früchte, die in ihrer Ausbildung an stark cuticularisirte Aussenepidermen erinnern. Ihre inneren tangentialen (die Fruchthöhle auskleidenden) Wände, sowie die an diese anstossenden Partieen der Radialwände, sind nämlich bei weitem stärker verdickt, als die übrigen mehr nach aussen gelegenen Theile der Zellwandung (vgl. z. B. die Kapseln von *Funkia*-, *Gladiolus*-, *Delphinium*-Arten). Wo Leclerc du Sablon bei Perikarpien, die bei der Reife Auswärtskrümmungen zeigen, eine analoge Ausbildung der Aussenepidermis fand, hat er diese Ausbildung ohne weitere Prüfung als die Ursache der Krümmungen in Anspruch genommen (vgl. z. B. seine Erklärung der hygroskopischen Spannungen in den Kapselzähnen von *Saponaria officinalis*, den Klappen von *Juncus flavus* und *Helianthemum*, sowie im Narbendach von *Papaver*). Mithin müsste er von jenen Innenepidermen bei der Austrocknung zweifellos eine Einwärtskrümmung verlangen. Leider fügen sie sich dieser Forderung nicht; im Gegenteil beobachtet man an isolirten Stücken derselben nicht selten eine Krümmung nach aussen, wie auch die ganze Fruchtwand, der sie angehören, eine solche Krümmung eingeht.

Das hier gegen die in Rede stehende Zusatzbestimmung erhobene Bedenken würde, wie das chemische Verhalten der Hülsenhartschicht lehrt, auch dann nicht widerlegt sein, wenn sich ergäbe, dass die ungleich verdickten Membranen in den von Leclerc du Sablon durch seinen Satz 1° erklärten Fällen dieselbe mikrochemische Reaction zeigten. Dasselbe gewinnt aber dadurch bedeutend an Gewicht, dass solche chemische Differenzen in einer nicht geringen Zahl jener Fälle in der That nachweisbar sind. Bei einigen Perikarpien wie denen von *Linaria*, *Juncus glaucus*, *Geranium* verrathen sich dieselben schon durch die verschiedene natürliche Färbung oder Lichtbrechung (vgl. z. B. betreffs *Geranium striatum* die sehr charakteristische Fig. 24 auf Tafel XXXVI der oben cit. Abhandlung A. Zimmermanns); bei anderen z. B. *Saponaria officinalis* und *Luzula campestris*[1]) treten sie doch nach Anwendung von Anilinsulfat sofort hervor. In einigen ferneren Fällen kommt hinzu, dass andere für den Oeffnungsmechanismus wesentliche Momente unberücksichtigt geblieben sind. So reicht, um die Conkavkrümmung des Narbendaches von *Papaver* zu erklären, der Satz 2° vollständig aus, wenn der Antagonismus zwischen den Pallisaden-Zellen der Aussenepidermis und den transversal zu diesen verlaufenden unteren Zellen des Narbendaches beachtet wird (vgl. meine Diss. pag. 22). Aus ähnlichen Gründen erscheint die Anwendung des Satzes 1° auf das Exokarp von *Buxus* zweifelhaft. Auf die verfehlte Deutung des Verhaltens der *Erodium-* und der *Avena*-Granne, in welchem Leclerc du Sablon eine besonders feste Stütze des Satzes 1° erblickt, ist schon früher hingewiesen worden. — Mit den vorstehenden Beispielen ist aber bereits die Hälfte derjenigen Perikarpien erschöpft, auf welche der Verfasser der Recherches seine Zusatzbestimmung gründet. Sie mögen daher für diese kurze Kritik genügen. Das Resultat derselben lässt sich kurz dahin zusammenfassen, dass auch bei den dynamisch wirksamen Zellhäuten der Perikarpien das Maass der Quellung nicht eine reine Function der Verdickung ist. Die Quellungsverhältnisse derselben sind sicherlich verwickelter, als der Verfasser der Recherches sie darstellt und bedürfen noch eingehenderer Untersuchungen. Die optische Untersuchungsmethode, welche A. Zimmermann jüngst mit entschiedenem Erfolge zur Erforschung des Zusammenhanges zwischen der Constitution und den Quellungsrichtungen der Zellmembranen angewandt hat, dürfte am ehesten geeignet sein, auch über die hier in Betracht kommenden Fälle Licht zu verbreiten.[1])

---

[1]) *Luzula campestris* und *Juncus glaucus* sind zur Nachuntersuchung ausgewählt, weil mir das von L. d. Sablon betrachtete Perikarp von *Juncus flavus* nicht zugänglich war.

Nach dieser Antikritik der Hauptresultate der Recherches habe ich noch einige Ausstellungen zu erörtern, welche der Verfasser hinsichtlich einiger specieller Angaben meiner Dissertation macht. Sie betreffen die Perikarpien der Liliaceae, Ranunculaceae, Cruciferae siliquosae und der *Viola tricolor*. Bevor ich indess des näheren auf diese eingehe, sei mir vorerst eine allgemeine Bemerkung gestattet. Wenn in meiner Dissertation von dem Oeffnungsmechanismus der Liliaceen, Ranunculaceen u. s. w. die Rede ist, so bezieht sich die betreffende Bemerkung nur auf die von mir untersuchten Genera oder Species. Denn meine Arbeit war nicht sowohl der eingehenden sich bis in alle Genera hinein erstreckenden Durchforschung einzelner Familien gewidmet als auf die Feststellung solcher Eigenthümlich-

---

1) Auch das eigenthümliche Verhalten des Prosenchyms im Fruchtfache von *Erodium* (s. o. p. 399 Anm. 1) möchte ich bei dieser Gelegenheit zur optischen Untersuchung empfehlen. — Um Missverständnisse zu vermeiden, sei übrigens nochmals hervorgehoben, dass ich die Bedeutung des Verdickungsgrades für einzelne Fälle durchaus nicht leugnen will. Ich selbst habe denselben z. B. bei *Primula* herangezogen, um die Krümmung der Kapselzähne zu erklären. (S. meine Dissertation. p. 45.)

keiten gerichtet, welche den Angehörigen zahlreicher Familien gemeinsam sind. Um die verschiedenen Variationen des anatomischen Baues und der damit zusammenhängenden Spannungsverhältnisse innerhalb einer ausgedehnten Familie z. B. der Liliaceen zu erschöpfen, reichen weder die Mitteilungen meiner Dissertation noch diejenigen der Recherches von Leclerc du Sablon aus. Jenachdem im Einzelfalle ein gewisser Grundplan auf die eine oder andere Weise ausgeführt ist, wird damit auch der Sitz der Hauptspannungen in die eine oder andere Gewebspartie verlegt. Die Ausstellungen, welche Leclerc du Sablon betreffs meiner Angaben erhebt, sind zum Theil dadurch hervorgerufen, dass er diesen wechselnden Verhältnissen zu wenig Beachtung geschenkt hat.

So schliesst er aus einem einzigen kleinen Versuche, den er an der *Helleborus*-Kapsel angestellt, (die ich übrigens in der Dissertation nicht in den Kreis der Untersuchung gezogen,) irrtümlicher Weise sofort auf den Mechanismus aller übrigen Ranunculaceen. Er nimmt nämlich für alle Angehörigen dieser Familie die Faserbündel der Bauchnaht als die hauptsächlich bei der Auswärtskrümmung betheiligten Widerstandselemente in Anspruch, weil diese Krümmung bei der *Helleborus*-Kapsel nach seiner Angabe ganz unterbleibt, wenn jene Bastbündel abgetrennt werden. Dieser Schlussfolgerung stelle ich das Ergebniss desselben Verfahrens bei *Delphinium*-Kapseln gegenüber. Da der Oeffnungsmechanismus dieser Frucht durch die Wegnahme der betreffenden Bündel absolut nicht tangirt wird, so muss bei derselben die sehr stark entwickelte Innenepidermis, welche Leclerc du Sablon gänzlich ausser acht lässt, in der That die ihr von mir zugeschriebene Rolle spielen.

Auf unzulänglicher anatomischer und experimenteller Durchforschung der Variationen beruht auch seine Kritik hinsichtlich der Liliaceen, abgesehen davon, dass sie zudem meine Anschauung ganz unrichtig wiedergiebt. Leclerc du Sablon nimmt zu wenig Rücksicht auf die Stellungsunterschiede innerhalb der Innenepidermis, sowie auf die tangentiale Querspannung die in einzelnen Fällen innerhalb der Fruchtwand auftritt, während ich allerdings im allgemeinen die axilen Bastfasern nicht genügend beachtet habe, die nach den Aufspringen der Frucht die freie Kante der Scheidewände einnehmen (s. o. pag. 398 Anm.).

Dagegen ist die Correctur, welche Leclerc du Sablon an meiner Darstellung des Mechanismus der *Viola*-Kapsel für nöthig befunden, als richtig anzuerkennen. Die Faltung der Klappen, durch welche das Wegsprengen der Samen bewirkt wirkt, beruht in der That nicht auf der Schrumpfung des placentaren Collenchyms, sondern auf dem Antagonismus zwischen den inneren radialen und den äusseren tangentialen verholzten Elementen der Fruchtwand. Ich habe mich, wie der Verfasser der Recherches vermuthet, durch das exceptionelle Verhalten dieser Kapsel täuschen lassen, welche eine Weile nach der Reife ihre Hygroskopicität fast gänzlich einbüsst, wie es scheint ungefähr um die Zeit, wo ihre Verfärbung in Fahlgelb oder Braun vollendet ist. — Gegen die Auffassung, welche Leclerc du Sablon hinsichtlich der Cruciferen-Schoten ausspricht, habe ich nichts einzuwenden; die von ihm angefochtene Ansicht ist in der Dissertation nur als Vermuthung hingestellt.

58. C. Fisch: Entwickelungsgeschichte von Doassansia Sagittariae.

(Mit Tafel X.)

Eingegangen am 24. October 1884.

Unter den Ustilagineen sind es vor Allem die Formen mit ausgebildeten Fruchtkörpern, deren Entwicklungsgeschichte nach verschiedenen Seiten hin besonderes Interesse bietet. Nicht sowohl Beziehungen zu verwandten Pilzformen erregen dasselbe — denn, dass mit den Ustilagineen ein Nebenzweig der grossen Pilzreihe ohne Fortsetzung endet, dürfte jetzt allgemein angenommen werden —, sondern vielmehr die überraschende Mannigfaltigkeit der morphologischen und entwickelungsgeschichtlichen Momente in der Reihe der Brandpilze selbst, welche in dem ziemlich engen Rahmen eines Formenkreises zu den verschiedenartigsten Bildungen führt. Ganz besonders wichtig ist dabei, dass das Wesentliche des ganzen Entwickelungsprocesses überall in grosser und übereinstimmendster Einfachheit verläuft und die hinzutretenden Complicationen durchweg als secundäre, physiologisch oder biologisch begründete Differenzen erscheinen. Als Vegetationsorgan tritt überall ein einfaches, verzweigtes und septirtes Mycel auf, als Vermehrungsorgane hin und wieder Gonidien, immer ungeschlechtlich erzeugte Dauersporen, die als einzelne Sporen oder zu verschieden gestalteten Fruchtkörpern vereinigt sich darbieten und in dem Wesen ihrer Keimung bei allen Formen die auffallendste Gleichförmigkeit zeigen.

Von Formen mit Fruchtkörpern[1]) sind bisher verhältnissmässig wenige untersucht. Wenn man von der von Fischer[1]) eingehend beschriebenen *Graphiola* absieht, die kaum in sehr naher Beziehung zu den gewöhnlichen Ustilagineen stehen dürfte, bleiben eigentlich nur die Gattungen *Tuburcinia*, *Doassansia* und *Sphacelotheca* übrig,[2]) die beiden ersteren ausgezeichnet durch frei im Gewebe der Nährpflanze ausgebildete Sporenmassen, die letztere mit solchen, die in ihrer Gestalt der Form des von ihnen befallenen Pflanzenorgans sich anpassen. *Tuburcinia* ist von Woronin auf das eingehendste untersucht und dürfte in ihrem Lebensverlauf kaum noch einen dunklen Punkt aufweisen, während wir über *Sphacelotheca* de Bary die neuesten Nachrichten verdanken. Weniger vollständig sind unsere Kenntnisse der Gattung *Doassansia*, mit der wir uns hier beschäftigen wollen.

---

[1]) Ich gebrauche hier den Ausdruck Fruchtkörper in dem Sinne wie de Bary, Morphol. u. Biolog. d. Pilze 1884, p. 186.

Die seit längerer Zeit bekannte Form der Gattung *Doassansia* wurde von Fries[3]) entdeckt und als *Perisporium Alismatis* beschrieben, und späterhin von Lasch[4]) unter dem Namen *Dothidea Alismatis* herausgegeben. Erst Cornu erkannte ihre wahre Natur und lieferte in verschiedenen Mittheilungen[5]) werthvolle Beiträge zu ihrer Entwickelungsgeschichte, so dass damit eine allgemeine Uebersicht über die Wachsthums- und Lebensvorgänge unseres Pilzes als abgeschlossen gelten kann. Eine zweite Art beschrieb zuerst Fuckel[6]) als *Physoderma Sagittariae* und bald darauf als *Protomyces Sagittariae*, unter welchem Namen sie auch noch jüngst in Rabenhorsts Fung. europ. et extraeurop. Cent. 30 Nr. 2902 von Winter[7]) herausgegeben ist. Auf sie bezieht sich meine nachfolgende Untersuchung. Cornu beschrieb ferner eine neue Art,[8]) die auf Früchten einer unbestimmten nordamerikanischen *Potamogeton*form gesammelt war, nach ihrem Entdecker als *Doassansia Farlowii*. de Bary[9]) erkannte deren Identität mit dem *Sclerotium occultum*, welches Hoffmann[10]) in seinen Icones beschrieben und abgebildet hatte und das ihm von Irmisch zugesandt war. In der That lassen die Hoffmann'schen Bilder keinen Zweifel an dieser Bestimmung. Farlow[11]) endlich hat vor Kurzem diesen bekannten Formen noch eine neue, wenn auch fragweise zugesellt, die

---

[1]) Fischer, Bot. Zeit. 1883.

[2]) In Bezug auf die Literatur verweise ich auf de Bary l. c.

[3]) Systema mycologic. III. 252.

[4]) In Rabenhorst's Cryptogamen Samml. 2. Aufl. No. 162 (nach Cornu).

[5]) Bull. soc. bot. de France 1883. Août. Comptes rend. d. sc. 3. p. 132. Ann. sc. nat. 6 Ser. T. XV. 1883.

[6]) Fungi rhenani 1549. Symbol. mycol. p. 75.

[7]) Der übrigens ihre nahe Verwandtschaft mit *Doass. Alismatis* schon erkannte. (briefl. Mittheil.)

[8]) Ann. sc. nat. 6. Ser. T. XV. p. 286 f.

[9]) Nach Farlow, Botanical Gazette VIII. 1883. p. 318.

[10]) Icones analyticae Fungorum. Heft 3. T. 16 p. 67.

[11]) Appalachia Vol. III. part. 3, Januar 1884.

D. Epilobii auf *Epilobium alpinum* in Nordamerika gefunden. Die Beschreibung ist zu kurz und unvollständig, um ein endgültiges Urtheil über die Zugehörigkeit des Pilzes zu erlauben. Mir ist es wahrscheinlicher, dass hier ein *Synchytrium* vorliegt.

Ich glaube mit diesen Daten die *Doassansia*literatur erschöpft zu haben und gehe nun zur Darstellung meiner eigenen Beobachtungen über. Es kam mir bei denselben neben der Verfolgung der ganzen Entwicklungsgeschichte hauptsächlich auf die Aufklärung der von Cornu noch im Unsicheren gelassenen Punkte an, also vor Allem der Ausbildung der Fruchtkörper und des Modus der Infection der Nährpflanze. Wie schon bemerkt untersuchte ich vorzüglich die auf *Sagittaria sagittifolia* wachsende *Doassansia*form, die um Erlangen herum ziemlich häufig anzutreffen ist. Durch die Güte des Herrn Dr. Winter-Leipzig, dem ich hiermit meinen besten Dank aussprechen möchte, stand mir auch bei Leipzig gesammeltes Material zu Gebote, wie auch solches von *Sagittaria heterophylla*, aus Missouri stammend. Letztere Form stimmt übrigens völlig mit der auf der einheimischen *Sagittaria* schmarotzenden überein. Der Freundlichkeit desselben Herrn verdanke ich es, dass ich auch *Doassansia Alismatis* in frischem Zustande (bei Leipzig gesammelt) untersuchen konnte.

Doassansia Sagittariae, von der im Folgenden, wenn nicht besonderes bemerkt, nur die Rede sein soll, erzeugt auf den Blättern 1 bis 2 *cm.* im Durchmesser haltende meist kreisrunde, seltener längliche oder unregelmässig gestaltete Flecken (Fig. 12) von zuerst hellgelblicher, später bräunlicher Färbung. Zur Zeit der Reife der Fruchtkörper erscheinen diese Flecken mit winzigen schwarzen, auf der Oberseite etwas vorragenden Pustelchen übersät, wobei nach Cornu bei *Doassansia Alismatis* die weniger entwickelten die centralen sein sollen, was ich allerdings mit dieser Regelmässigkeit bei meiner Form nicht beobachten konnte. Man findet die ersten gelben Blattflecken im Mai und Juni; später im Jahre sind stets jüngere den älteren beigemischt. Bei *Doassansia Alismatis* scheint nach dem mir zu Gebote stehenden Material die Begrenzung der befallenen Blatttheile keine scharfe zu sein, wenigstens finde ich an demselben grössere Blattstellen mit Fruchtkörpern übersäet, während sie an anderen nur vereinzelt auftreten. Bemerkt sei noch, dass die befallenen Blätter stets Luftblätter waren, d. h. solche, die auf mehr oder weniger langem Stiele über die Oberfläche des Wassers hervorgehoben wurden.

Ein Querschnitt durch einen Pilzflecken zeigt alle Interzellularräume dicht mit Mycel erfüllt. Auf die eigenthümlichen anatomischen Details des *Sagittaria*blattes, die eine gesonderte Behandlung verdienten, soll hier nicht eingegangen werden. Die Epidermis der Oberseite ist dicht

---

1) Vergl. z. B. de Bary, Vergl. Anatomie. p. 33 ff.

mit Spaltöffnungen besetzt, unter denen jeweils eine grosse Athemhöhle sich befindet. Das unter der Epidermis liegende Chlorophyllparenchym zeigt eigenthümliche Faltenbildungen und Einschnürungen, ähnlich wie dies auch bei dem gleichen Gewebe der *Pinus*nadeln vorkommt. Von der unteren Epidermis ist es durch mehrfache Lagen eines lacunösen, wenig grünen Gewebes getrennt, dem die Gefässbündel eingelagert sind. Die Athemhöhlen nun sind die Orte, an denen ausschliesslich die Bildung der *Doassansia*fruchtkörper vor sich geht. Ich will mit der Beschreibung des fertigen Fruchtkörpers beginnen.

Zur Zeit der Reife der letzteren befindet sich das Mycelium im Stadium der Rückbildung. Es verschleimt und lässt bald kaum noch Spuren erkennen. Die Fruchtkörper liegen dann als gänzlich isolirte, runde (vom Blattquerschnitt aus betrachtet) oder etwas zugespitzte, hin und wieder auch eckige Gedilde in den Athemhöhlen, seitlich das Blattgewebe zusammenpressend und die Epidermis etwas nach aussen vorwölbend.[1]) Sie ähneln auf den ersten Blick sehr manchen *Synchytrien.* Es lassen sich leicht zwei Formbestandtheile unterscheiden, eine braune, einschichtige Hülle von „pallisadenartig“ nebeneinander gelagerten, etwas in die Länge gezogenen Zellen und der zellige, stark lichtbrechende Inhalt. Die Zellen der Hülle haben sehr stark verdickte, braun gefärbte Membranen und sind leer, während die ebenfalls ziemlich dickwandigen Zellen des Inneren des Fruchtkörpers mit einem ölartigen, stark lichtbrechenden Inhalt erfüllt sind. Diese centralen Zellen, die Sporen, deren Anzahl nach der Grösse des Fruchtkörpers verschieden, übrigens immer ziemlich beträchtlich ist, sind polyedrisch gegen einander abgeplattet und stellen ein lückenloses Gewebe dar, nicht wie es Cornu abbildet, eine lose Zellenmasse. Es gelingt nur durch starken Druck oder andere gewaltthätige, mechanische Eingriffe sie von einander zu trennen (Fig. 7). Sie erscheinen dann als verschieden gestaltete, eckige, dickwandige, etwas bräunliche Zellen, deren Inhalt entweder gleichmässig lichtbrechend ist oder einen oder zwei glänzende Tropfen aufweist. Von einem Keimporus habe ich an ihnen nichts bemerken können und glaube nicht, das ein solcher vorhanden ist. Der ganze Fruchtkörper erreicht sehr verschiedene Grösse. Von winzig kleinen an kommen auch solche vor, deren Durchmesser der Dicke des Blattes gleichkommt, oft verschmelzen zwei und drei seitlich zu einem mehrlappigen Gebilde. Es sind das alles Verhältnisse, wie sie schon für *Doassansia Alismatis* von Cornu hinreichend gekennzeichnet sind.

Die Keimung der Sporen, an denen ich übrigens von einem deutlich ausgebildeten Endosporium nichts bemerken konnte, habe ich sowohl für *D. Sagittariae* als für *D. Alismatis* beobachtet. Bei der erste-

---

1) Vergl. die Figuren bei Cornu.

ren Form tritt sie schwieriger ein, ich habe sie immer nur in dem der Fruchtreife folgenden Frühjahr (1883 u. 1884) finden können, *D. Alismatis* dagegen keimt leicht, an meinem Material gleich nach der Reife. Bei unverletzten Fruchtkörpern gestalten sich dabei die Verhältnisse so, dass die dickwandige Hülle von den Keimschläuchen (Promycelien) durchbrochen wird (Fig. 11), wobei ich nicht genauer untersucht habe, ob durch Zerreissen des Zellverbandes oder durch Durchbrechen einzelner Zellen. Die weiteren Keimungserscheinungen studirte ich an aus dem Kerne losgelösten Sporen (Fig. 8). Sie gestalten sich im Wesentlichen in der schon von anderen Formen bekannten Weise.[1]) Die Sporenhaut wird in einem Riss gesprengt und das Promycelium tritt als ziemlich breiter, im entwickelten Zustand an Länge ungefähr den 3—4fachen Durchmesser der Spore erreichender Schlauch hervor. In ihn wandert der Sporeninhalt über und wird bald durch eine Querwand vom Sporenraum abgegrenzt. Seltener tritt nachträglich noch eine zweite Fächerung ein. — Die weiteren Vorgänge verlaufen in der für *Tilletia* typischen Modification. An der etwas keulenförmig verbreiterten Promyceliumspitze beginnen kranzförmig kleine Ausstülpungen aufzutreten; interessant ist dabei, dass dieselben nicht, wie in allen bisher beschriebenen Fällen, auf gleicher Höhe stehen, sondern dass sich ganz deutlich Niveauunterschiede in ihren Insertionsstellen bemerklich machen. Die Kreuzkörperchen erreichen eine ziemlich beträchtliche Länge, gestalten sich dabei zu schmalcylindrischen an den Enden abgerundeten oder etwas verschmälerten Zellen und fallen dann einzeln ab, um in Wasser allsobald mit der Bildung eines langen, feinen Keimschlauches zu beginnen. Copulation der Sporidien habe ich nur äusserst selten gesehen (Fig. 14), sie geschah durch einen zarten Querbalken, der die Enden je zweier Zellen verband. In den weitaus meisten Fällen, namentlich in allen denen, wo ein directes Eindringen in die Nährpflanze verfolgt wurde, fand eine Copulation sicher nicht statt.

Es würde sich hier abermals eine Gelegenheit bieten, auf die Bedeutung der Sporidiencopulation einzugehen, eine Frage, die zuletzt wieder von de Bary[2]) behandelt ist. Auf Grund sorgfältigster Erwägung hält er an der geschlechtlichen Bedeutung jenes Aktes fest; er weist auch mit Recht darauf hin, dass die Thatsache, es gebe Arten, denen die Paarung fehlt, die Beurtheilung dieser, wo sie vorkomme, kaum beeinflussen könne. „Zudem weiss man ja, dass bei anderen Pilzgruppen streng homologe Organe bei der einen Species streng sexuelle Function haben, bei der anderen asexuell sein können“. Um so weniger aber kann *Doassansia* als Gegenbeweis benutzt werden, als sie eine relativ sehr hoch entwickelte Form der Ustilagineenreihe ist,

---

1) Vergl. auch Cornu's Abbildungen l. c.

2) Morph. u. Biolog. p. 195 ff.

und im Pilzsystem als Regel zu gelten scheint, dass bei den morphologisch fortgeschrittenen und differenzirteren Formenkreisen Apogamie eintritt.[1]) — „In der Erscheinung für sich allein kann hier kein entscheidendes Argument für und gegen gefunden werden, man muss sich vielmehr nach indirecten Wahrscheinlichkeitsgründen umsehen“. Ich muss nun gestehen, dass bei aller Bewunderung und Anerkennung, die ich de Barys Auseinandersetzung seiner Gründe entgegenbringe, ich nicht umhin kann meiner früher geäusserten Ansicht[2]) treu zu bleiben, wenigstens vorläufig noch; zumal durch nachträgliche Beobachtungen der Gedankengang, der mich zu derselben führte neue Bestätigung erfahren hat.[3]) Trotzdem beabsichtige ich nicht die Discussion der Frage hier zu erneuern, da wie gesagt, Wahrscheinlichkeitsgründe für jede der beiden Möglichkeiten sprechen und die Entscheidung eine rein subjective bleiben würde. Es sollte nur von Neuem auf diesen höchst wichtigen Punkt hingewiesen werden, dessen endgültige Klarlegung auf die Sicherstellung unserer mykologischen Anschauungen von wesentlichem Einfluss sein dürfte. Vielleicht darf man sich von der Untersuchung einiger seltener *Protomyces*formen in dieser Beziehung werthvolle Resultate versprechen. Nur das eine möchte ich hier noch bemerken, dass ich mich einem Theil der de Bary'schen Ausführungen in Bezug auf die Brefeld'sche Auffassung der Ustilagineencopulation vollkommen anschliesse.

Nach Brefelds neuesten Untersuchungen lag es nahe Keimversuche mit *Doassansia*fruchtkörpern und Sporen in Nährlösungen anzustellen. Sie wurden in der Weise gemacht, dass theils freipräparirte Fruchtkörper in toto, theils Schnitte von solchen (Querschnitte durch die kranken Blatttheile) zur Aussaat benutzt wurden. Als Nährlösung verwendete ich Traubenzuckerlösung, Pflaumen- und Mistdecoct mit und ohne gewisse Zusätze und in verschiedenen Concentrationen, Flüssigkeiten, die nach meinen eigenen Erfahrungen für andere Ustilagineen sich als sehr günstig erwiesen hatten. Der Erfolg war in allen Versuchen ein völlig negativer: theils trat überhaupt keine Keimung ein, theils nur sehr spärliche; nie übertraf die Schnelligkeit derselben oder das Wachsthum der Keimschläuche etc. die gleichen Vorgänge bei Wasserkeimungen.[4]) —

---

1) S. de Bary, Beiträge zur Morph. und Phys. IV. Fisch, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Ascomyceten. Bot. Zeit. 1882.

2) Fisch, Beiträge zur Kenntniss der Chytridiaceen. 1884. p. 40 ff.

3) Sitzungsber. d. phys.-med. Soc. in Erlangen. 1884, p. 101 ff.

4) Bei dieser Gelegenheit möchte ich einige Versuchsresultate mittheilen, die ich mit verschiedenen rein cultivirten Ustilagineenhefen behufs Constatirung von deren Fähigkeit Alkoholgährung zu erregen, angestellt habe. Ich untersuchte daraufhin die Hefe von *Ustilago violacea* und *Ustil. Maydis*. Bei beiden konnte ich vermittelst Jodoformreaction in der verwendeten Traubenzuckerlösung nach einiger Zeit Alkohol nachweisen. Irgendwie bedeutend schien allerdings die Al-

Wie schon oben angedeutet, keimen die uncopulirten Sporidien in Wasser sehr leicht aus, indem sich an irgend einer Stelle ihres Umfangs eine feine Ausstülpung bildet, die zu einem mehr oder weniger langen Keimschlauch auswächst. Der Keimschlauch theilt sich nach Massgabe seines Längenwachsthums durch ein bis zwei Querwände, die immer nach oben hin den plasmaerfüllten Raum von dem plasmaleeren scheiden. Infectionsversuche wurden im Juni und Juli in zweierlei Weise angestellt. Einmal wurden abgeschnittene junge Blätter unter einer feuchten Glocke mit Sporidien in bekannter Weise inficirt; zweitens im Garten ein Theil des *Sagittaria*stockes, an dem alle älteren Blätter entfernt waren, ebenfalls mit einer mit feuchtem Fliesspapier ausgekleideten, grossen Glocke überdeckt, nachdem verschiedene Stellen der jungen Blätter mit Stückchen von keimfähigen *Doassansia*flecken belegt worden. Die ersteren Culturen dienten zur mikroskopischen, die letzteren zur makroskopischen Beobachtung des Erfolges der Infection. Alle Versuche gelangen leicht und vollständig. An allen Culturen zeigten sich schon im Verlauf von 6 - 8 Tagen kleine gelbliche Stellen, die sich an den eingewurzelten Pflanzen schnell zu wohlausgebildeten *Doassansia*-lagern entwickelten. Die mikroskopische Beobachtung an abgezogenen Epidermisstückchen ergab folgendes. Die Keimschläuche der Sporidien treten in derselben Weise auf wie in Wasseraussaaten, obgleich sie im Allgemeinen etwas kürzer zu bleiben schienen. Sie legten sich den Epidermiszellen flach an und krochen förmlich über dieselben hin. Bei Beendigung ihres Längenwachsthums waren sie immer über einer Querwand angelangt und begannen auf oder über derselben mit ihrer äussersten Spitze etwas anzuschwellen (Fig. 13). Mit feinem Fortsatz wird sodann die Seitenwand der Epidermiszellen in ihrer ganzen Flächenausdehnung durchsetzt, der in den darunter gelegenen Intercellularräumen sofort seine gewöhnliche Fadennatur wieder annimmt. Es stimmt also in dieser Beziehung *Doassansia* mit *Tuburcinia*,[1]) *Protomyces*[2]) etc. überein. —

Intercellular entwickelt sich der Keimfaden schnell zum Mycelium. Dasselbe bildet ein reich verzweigtes, alle Zellen dicht umspinnendes Geflecht; es ist im Verhältniss zu anderen Ustilagineenformen reich septirt, und mit körnigem, hin und wieder stark lichtbrechenden (Glycogen, Errera) Inhalt erfüllt. Auch ist es ziemlich dünn und an Stellen, wo es weniger üppig entwickelt ist, leicht zu übersehen. In seiner Ausdehnung ist es genau auf die Fläche der braunen Blattflecke beschränkt und greift an keiner Stelle über dieselben hinaus. Die gelb-

---

koholbildung nicht zu sein. Bei den Sprossungen der Sporen von *Ustil. longissima* hatten alle Versuche negativen Erfolg.

1) Woronin in Beiträge zur Morphol. u. Phys. d. Pilze. V. T. 1, Fig. 10.

2) de Bary, Morph. u. Biol. p. 392.

liche und später braune Färbung der kranken Blatttheile rührt von einer schnellen Zerstörung der Chlorophyllkörner her, der bald Collaps und Zugrundegehen des ganzen protoplasmatischen Inhaltes folgen.

In den Athemhöhlen unter den Spaltöffnungen beginnt bald eine besondere Thätigkeit des Myceliums. Man sieht denselben von allen Seiten die Pilzfäden zustreben, dabei schien es mir manchmal, als ob auch Durchbohrungen der Zellwände vorkämen, also intracellulares Wachsthum auftrete. Ich glaube indessen nicht, dass diese Bevorzugung der Athemhöhlen direct mit der Bildung der Fruchtkörper an dieser Stelle zusammenhänge. Man sieht sehr häufig Athemhöhlen, in denen eine grosse Anzahl von Mycelfäden kreuz und quer verlaufen ohne dass zur Fruchtkörperbildung geschritten würde. Es wird daher die ganze Erscheinung auf den Einfluss der Luftcirculation zurückzuführen sein, die Fruchtkörperbildung an diesen Stellen also indirect als eine Folge der letzteren betrachtet werden müssen.

Diejenigen Fäden, welche die Athemhöhlen durchkreuzend gewissermassen als Initialfäden des Fruchtkörpers zu betrachten sind, zeichnen sich vor anderen durch die Richtung ihres Verlaufes aus. Sie streben alle mehr oder weniger diagonal nach der Mitte des Intercellularraumes hin und treten hier miteinander bald in die innigste Verflechtung. Die Anzahl der Fäden, die so an der Fruchtbildung theilnehmen ist sehr verschieden. Oft sind es nur vier, die aus den vier Ecken der Athemhöhle hervorwachsen und zusammentreffen, nicht selten aber auch eine grosse Menge (Fig. 1), die dann von allen Seiten der Mitte zustreben und hier miteinander in Berührung treten. Die letztere muss einen eigenthümlichen Reiz auf sie ausüben, da nach sonst völlig unverzweigtem Verlaufe hier eine plötzliche Verästelung eintritt und zur Bildung eines kleinen primären Knäuels führt. Charakteristisch ist dabei, dass die knäuelbildenden Fäden aus den Zusammenballungen wieder auftauchen und unverzweigt durch die zweite Hälfte der Athemhöhle weiterwachsen, um sich in den anderen Intercellulargängen zu verlieren. Die von den fruchtbildenden Hyphen und deren Verzweigungen gebildeten Ballen stellen zuerst ein äusserst lockeres Geflecht dar, in dem der Verlauf eines jeden Fadens noch ohne Mühe verfolgt werden kann. Die Zwischenräume sind mit Luft erfüllt, woher das Ganze eine grauschwärzliche Färbung gewinnt. An den Hyphen selbst ist ausser der reicheren Verzweigung und vielfachen Verflechtung noch keinerlei Veränderung zu bemerken; sie sind wenig gegliedert und zeigen auch im Inhalt nichts von dem gewöhnlichen vegetativen Mycel Abweichendes (Fig. 1). Die Veränderungen beginnen jedoch bald mit einem eminent regen Wachsthum und seitlicher, vielfacher Verästelung der Knäuelfäden. Es kommt in kurzer Zeit statt des lockeren, von zahlreichen und grossen Interstitien durchsetzten Geflechts ein enges Maschengewebe zu Stande, das peripherisch zunächst noch unregelmässig begrenzt ist (Fig. 2). Die Knäuelfäden und alle ihre Seitensprossungen haben sich so eng ineinander geschlungen und ineinander hineingeschoben, dass das Ganze in diesem Zustande ein lückenloses, äusserst kleinmaschiges Pseudoparenchym darstellt, in dem von Intercellularräumen nichts mehr wahrzunehmen ist. Zweige erster, zweiter und höherer Ordnung liegen völlig gleichwerthig dicht nebeneinander. Es gelingt hin und wieder mit der Nadel das Geflecht auseinanderzuzerren und sich so von der ursprünglichen Entstehung des Gebildes zu überzeugen. Der junge Fruchtkörper hängt jetzt mitten in der Athemhöhle an den Tragefäden und hat keinerlei äussere Formbegrenzung erfahren. Er bildet ein Gewebe, das sich am besten jungen Stadien von Sclerotien vergleichen lässt.

Das nächste Stadium ist das der Streckung seiner sämmtlichen Gewebselemente. Sie behalten dabei noch völlig ihre Gestalt und Lagerung bei, so dass sich hin und wieder noch leicht auf längere Strecken der Hyphenverlauf verfolgen lässt. Der Fruchtkörper nimmt dabei beträchtlich an Ausdehnung zu, so dass er nicht selten die Wände der Athemhöhle schon jetzt berührt. Es bildet dies Stadium unmerklich den Uebergang zu dem der Sporenbildung. In dem völlig gleichwerthigen Gewebe sieht man allmählich einzelne Zellen, ja ganze Zellreihen, sich durch ihre Grösse von den benachbarten abheben (Fig. 3), eine Erscheinung die fortschreitend nach und nach alle Zellen des Kernes der jungen Frucht ergreift. Besonders instructiv ist dabei einerseits der Umstand, dass jede Zelle von dieser Erweiterung ergriffen werden kann, andererseits so sich vergrössernde Zellreihen in ihrem Verlauf bis in die Tragfäden verfolgt werden können. Es geht daraus hervor, dass im Innern der Fruchtanlage keinerlei besondere sporenbildende Verzweigungen gebildet werden, wie bei gewissen *Ustilago*formen, sondern dass alle Zellen derselben völlig gleichwerthig sind, ein Umstand, der für die Beurtheilung analoger Verhältnisse (*Tuburcinia* etc.) von besonderer Wichtigkeit ist. Ob an dieser Vergrösserung der centralen Zellen, die zunächst nur in einer Dehnung besteht, wirklich alle Zellen theilnehmen oder nicht vielmehr einige zerdrückt und später resorbirt werden, habe ich nicht entscheiden können, möchte es aber fast annehmen. — Eine ziemlich dicke Lage von dicht verflochtenen Hyphenfäden bildet eine Hülle um die centrale, junge Sporenmasse (Fig. 3). Sie geht nach aussen hin allmählich in die Tragfäden über. —

Bald nach diesem Dehnungsstadium beginnen auch Structurveränderungen in der Sporenmasse sich bemerklich zu machen. Die Membranen der Sporen zeigen eine leichte Verdickung und bräunliche Färbung, die mit einer Umänderung des Inhaltes in eine dichtere und stärker lichtbrechende Beschaffenheit Hand in Hand geht. Beide Vorgänge nehmen schnell stärkere Dimensionen an, so dass bald das

Stadium der Fig. 4 erreicht ist. Die gegen einander abgeplatteten, aber fest verbundenen Sporen stellen ein dickwandiges, mit ölartigen (?) Körpern dicht erfülltes Gewebe dar, das nach der Peripherie des Sporenkörpers zu allmählich in die umhüllenden, ihrerseits völlig unveränderten Mycelhyphen übergeht. Schon jetzt sind die Sporen fast fertig und nur wenig von dem in Fig. 7 dargestellten Endstadium entfernt. Dem Sporenkörper fehlt nur noch die charakteristische Hülle, wie dies auch richtig in der trefflichen Cornu'schen Arbeit angegeben ist. Ueber ihre Entstehung weichen allerdings meine Beobachtungen von seinen Angaben ab. Cornu lässt die Zellen der „enveloppe corticale“ aus den den Sporenkörper umgebenden Zelllagen entstehen, während in der That die äusserste Sporenlage selbst sich zu ihnen umbildet. Die Zellen der letzteren wandeln ihr Plasma aus dem homogenen stark lichtbrechenden Zustand wieder in ein feinkörniges Gefüge um und zeigen gleichzeitig ein zur Peripherie des Sporenkörpers senkrechtes Längenwachsthum. In der Breite nehmen sie wenig oder gar nicht zu. Sie bilden so in kurzer Zeit eine pallisadenartige Schicht um den ganzen Fruchtkörper herum, die nach aussen hin noch von der Mycelhülle eingeschlossen wird. In der letzteren zeigen sich zwar auch häufig einzelne erweiterte Zellen (Fig. 4), indessen haben dieselben mit der späteren Rindenbildung nichts zu thun. Der ursprünglichsten Lagerung und Grösse der Rindenzellen gemäss gehen nicht selten zwei oder mehr radial über einander liegende Zellen in die Rindenbildung ein (Fig. 6, 11), so dass es häufig den Anschein gewinnt, als sei hier nachträglich eine Theilung eingetreten. Ein jugendliches Stadium der Rindenzellen stellt Fig. 5 dar. In vorgerücktem Alter verdicken sie ihre Membran unter gleichzeitiger Braunfärbung bedeutend, der Inhalt schwindet und an seine Stelle tritt Luft. Gegen Reagentien verhalten sich die Membranen völlig indifferent.

Während der Reifung der Fruchtkörper geht auch mit dem Mycelium und der Mycelialhülle eine allmähliche, zu ihrer Desorganisation führende Veränderung vor. Ihre Membranen quellen stark auf, so dass der Zellinhalt als granulöse Masse inmitten eines breiten gallertigen Bandes liegt. Allmählich werden sodann die Fäden unscheinbar und verschwinden bald ganz, bei der Mycelialhülle mag auch der Druck bei der Ausdehnung der Fruchtkörper mitwirken. So kommt es, dass am Ende die Fruchtkörper in dem befallenen Blatttheile als einziges Dokument der Anwesenheit eines Pilzes vorhanden sind.

Von Interesse ist es, dass die Fruchtkörperbildung den ganzen Sommer hindurch fortgeht, dass also stets zwischen älteren auch jüngere Pilzflecken sich finden. Es muss also stets von aussen her neues Infektionsmaterial herbeigeschafft werden, was einerseits recht wohl denkbar ist auf Kosten der im Vorjahre gebildeten Sporen allein, andererseits aber auch vielleicht auf ein schnelles Auskeimen eben gereifter

Sporenkörper zurückzuführen ist. Allerdings gelang mir, wie oben gesagt, die Beobachtung der Keimung der letzteren bei *Doassansia Sagittariae* immer erst im nächsten Frühjahr, was aber eventuell auf die Versuchsbedingungen zu schieben ist.

Wir sind so ans Ende der Entwickelungsgeschichte unseres Pilzes gelangt, und es erübrigt jetzt noch einige Worte über seine systematische Stellung beizufügen.

Dass der Entwicklungsgang von *Doassansia* sich im Allgemeinen dem der anderen Ustilagineen anschliesst, war schon durch Cornu's Untersuchungen nachgewiesen. Wichtiger sind die Differenzen, die sich im Einzelnen zeigen. Bemerkt sei noch im Voraus, dass die Entstehung der Sporen in keiner Weise Anlass giebt zu einer von der bei den übrigen Brandpilzen stattfindenden ungeschlechtlichen Erzeugung abweichenden Deutung.

Am nächsten liegt offenbar der Vergleich von *Doassansia* mit *Tuburcinia* und *Sorosporium*, zumal wenn sich die Angaben von Frank[1]) für letzteres in Bezug auf die Sporenbildung bestätigen. Es machen sich zwar viele und gewichtige Verschiedenheiten zwischen diesen Formenkreisen bemerklich, aber bei unserer noch beschränkten Kenntniss der ganzen Formenreihe der Ustilagineen lässt sich ein anderer Anknüpfungspunkt kaum finden. Durch die Keimung und das Verhalten der Sporidien, die Bildung und Differenzirung der Fruchtkörper steht *Doassansia* vorläufig noch fast isolirt da; erst fernere Untersuchungen werden ihre näheren Verwandtschaften ins rechte Licht zu stellen haben.

Zum Schluss möchte es nicht unwillkommen sein, die Gattungs- und Artenmerkmale hier zusammengestellt zu finden, da sonst in der Literatur der Formenkreis noch nicht zusammenhängend behandelt ist.[2])

Doassansia Cornu. Sporenkörper vielzellig, von einer einschichtigen Rinde (sterilen Fruchtzellen) eingeschlossen. Keimung der Sporen wie bei *Tilletia* und *Entyloma*, aber ohne Copulation der Sporidien. Sporen ohne Endospor. — Auf Blättern lebender Pflanzen.

D. Alismatis (Fries). Auf *Alisma Plantago.* Sporenkörper auf beiden Blattseiten vorkommend, bis ½ *mm* im Durchmesser haltend. Rindenzellen sehr stark verdickt.

D. Sagittariae (Fuckel). Auf *Sagittaria sagittifolia* und *heterophylla* die Oberseite der Blätter bewohnend. Sporenkörper viel kleiner als bei voriger. Rindenzellen weniger stark verdickt, nicht viel mehr als die Sporenmembranen.

D. Farlowii Cornu. Auf *Potamogeton*früchten. Sporenkörper zusammengedrückt-eiförmig, zahlreich. (Nach Cornu).

---

[1]) **Frank**, Krankheiten der Pflanzen. p. 442.

[2]) Die Synonymik siehe im Anfange dieses Aufsatzes.

D. Epilobii Farlow (?). „Spores densely packed in globular or lobulated masses, which are 80—200 μ in diameter. Spores irregularly polyedral, approaching globular 7,5—17 μ in diameter, average 10—12 μ; cells of external lager blackish brown, thick walled, outer surface cuticularised, internal spores lighter colored, with thinner walls. On leaves of *Epilobium alpinum*."

Erklärung der Abbildungen.[1])

Fig. 1. Querschnitt durch einen jungen Pilzflecken. In einer Athemhöhle die Anlage eines Fruchtkörpers. Z. Oc. 2. Ob. D.

„ 2. Etwas älterer Fruchtkörper. Ohne die Umgebung gezeichnet. Querschnitt. Z. Oc 2. Ob. F.

„ 3. Noch älterer Fruchtkörper. Stadium der Zellenstreckung. (Blatt)-Querschnitt. Z. Oc. 2. Ob. F.

„ 4. Theil eines Fruchtkörpers mit fast fertigen Sporen, aber noch nicht ausgebildeter Rinde. Z. Oc. 2. Ob. D.

„ 5. Fruchtkörper mit eben differenzirten Rindenzellen. Die Sporen sind nur angedeutet. Z. Oc. 2. Ob. D.

„ 6. Theil eines fertigen Fruchtkörpers. Rindenzellen. Z. Oc. 2. Ob. D.

„ 7. Aus dem Fruchtkörper losgelöste Sporen. Z. Oc. 2. Ob. F.

„ 8. Keimende Sporen. Z. Oc. 2. Ob. F.

„ 9 Von den Promycelien losgelöste Sporidien. Z. Oc. 2. Ob. F.

„ 10. Keimende Sporidien. Z. Oc. 2. Ob. F.

„ 11. Theil eines keimenden Fruchtkörpers. Die Promycelien durchbrechen die Rinde. Z. Oc. 2. Ob. D.

„ 12. Theil eines *Sagittaria*blattes mit zwei Pilzflecken. Nat. Gr.

„ 13. Eindringen der Keimschläuche der Sporidien in die Querwände der Epidermiszellen. Flächenansicht. Z. Oc. 2. Ob. F.

„ 14. Copulirtes Sporidienpaar. Z. Oc. 2. Ob. F.

---

1) Z. bedeutet Zeiss. Oc. = Ocular. Ob. = Objectiv.

59. A. W. Eichler: Bildungsabweichungen bei einer Zingiberaceenblüthe.

Eingegangen am 24. October 1884.

Herr Dr. Fritz Müller zu Blumenau in Brasilien hatte die Güte, mir vor Kurzem einige normale und zwei abnorme Blüthen einer spezifisch nicht bestimmten *Alpinia* zu übersenden, welche er bei seinem Wohnort, wo mehrere Arten dieser sonst altweltlichen Zingiberaceengattung cultivirt und verwildert vorkommen, gefunden hatte. Diese abnormen Blüthen erwiesen sich als geeignet, zum Verständniss der Zingiberaceenblüthe einiges beizutragen und ich will sie daher hier beschreiben, um so lieber, als gleich instruktive Bildungsabweichungen in dieser Familie nur erst sehr spärlich beobachtet worden sind.

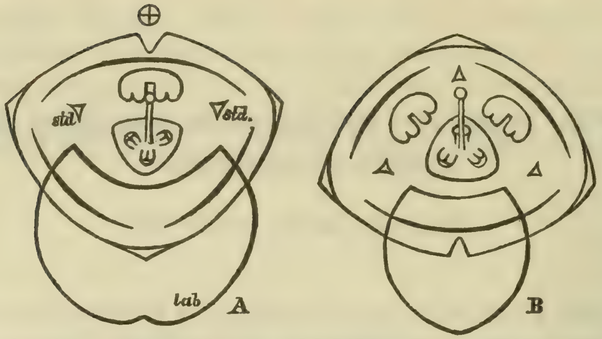
Es handelt sich bei der Deutung der Zingiberaceenblüthe hauptsächlich um das Androeceum. Von demselben, das nach der sonstigen Structur der Blüthe aus 2 dreizähligen Kreisen bestehen sollte, ist nur 1 Glied des innern Kreises fruchtbar entwickelt (Fig. A). Diesem gegenüber steht das sogenannte Labellum (lab), ein grosses, petaloides, oft 2 lappiges, mit breiter Basis dem Kronenschlund eingefügtes Staminodium; ausserdem sind bei mehreren Gattungen, so auch bei *Alpinia*, noch 2 zahnförmige oder in anderen Fällen blumenblattartige Staminodien vorhanden (std), welche nach ihrer Stellung und gewöhnlich auch nach Form der Deckung sich dem äussern Androeceumkreise angehörig erweisen.

Die Frage ist nun, ob das Labellum ein einfaches Blatt und alsdann das dritte Glied des äussern Kreises vorstelle, oder ob es aus zweien, dem innern Kreise zuzuschreibenden Staminodien verwachsen sei. Beide Ansichten haben Vertreter gefunden; ich selbst habe mich in einer neueren, den Blüthenbau der Zingiberaceen besprechenden Abhandlung[1]) für die zweite erklärt.

Die Gründe, welche ich a. a. O. für diese Auffassung beigebracht habe, erhalten nun durch die mir von Fritz Müller übersendeten *Alpinia*blüthen eine dankenswerthe Verstärkung. Dieselben, d. h. die beiden abweichend gebauten, unter einander ganz gleichen Blüthen (cf. Fig. B), zeigten ein vollzähliges Androeceum, die 3 Glieder des äussern Kreises in Gestalt kleiner, zahnförmiger Staminodien, im innern Kreis

---

1) Sitzungsberichte der Akademie d. W. zu Berlin, 15. Mai 1884.



Alpinia spec. A. Grundriss der normalen Blüthe (lab. Labellum, std. zahnförmige Staminodien); B. Grundriss der Bildungsabweichung.

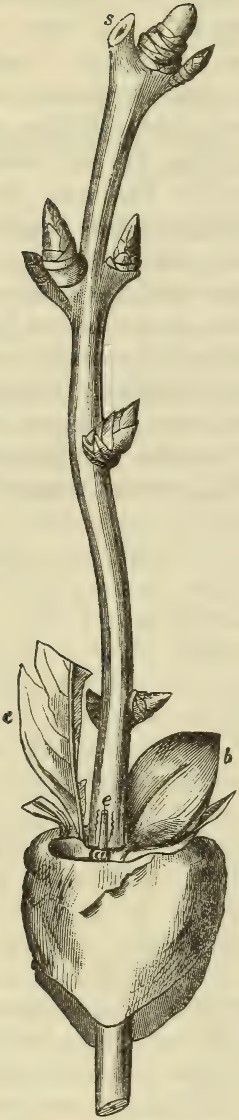
waren 2 fertile Stamina und ein petaloides Gebilde vorhanden. Letzteres glich zwar dem normalen Labell, war aber nicht, wie dies, vor 2 Petalen zugleich, sondern nur vor einem einzelnen Kronenlappen eingefügt und ausserdem erheblich kleiner (Fig. B); der Platz vor den beiden anderen Petalen war von je einem der beiden fruchtbaren Stamina eingenommen, welche sich dem Stamen der normalen Blüthe in allen Stücken gleich verhielten. Hier dürfte keine andere Erklärung möglich sein, als die, dass zunächst das Labell der normalen Blüthe in seine zwei Componenten aufgelöst war, und dass zweitens auch das dritte Glied des äussern Kreises, für welches jetzt, durch die Auflösung des Labell's, ein geeigneter Raum entstanden war, zur Ausbildung gebracht wurde.

Die beiden Blüthen zeigten aber noch eine andere Besonderheit. In der normalen Blüthe (Fig. A.) ist der Kelch nach $\frac{2}{1}$ orientirt; die Krone erhält somit die Stellung $\frac{1}{2}$ und ebenso der innere Kreis des Androeceums, in welchem nur das obere Glied fruchtbar wird, während das Doppelblatt des Labellums nach vorn gerichtet erscheint. Die Symmetrale der Blüthe steht somit median; in dieser Ebene erscheint die ganze Blüthe etwas nach vorn gekrümmt, zwischen den beiden hinteren Kelchzähnen geht ein tieferer Schlitz in der Kelchröhre hinab und der Griffel legt sich nach rückwärts in eine Furche des fertilen Staubblatts. In den beiden abnormen Blüthen aber hatte die Symmetrale eine andere Lage; der Kelch stand in ihr nach $\frac{1}{2}$, Krone und inneres Androeceum nach $\frac{2}{1}$. Bei dieser Stellung nun konnte eine der normalen sich thunlichst annähernde Symmetrie im innern Kreise des Androeceums nur dadurch zu Stande gebracht werden, dass beide hintere Glieder sich fruchtbar ausbildeten und die petaloide Metamorphose sich auf das einzelne, nach vorn gerichtete Glied beschränkte. Sollte nun auch die Schlitzbildung im Kelche, die zwischen zweien seiner Zähne Platz greift, sowie die Richtung des Griffels sich dieser veränderten Symmetrie anbequemen, so musste erstere auf die Vorderseite der Blüthe verlegt werden und der Griffel, anstatt sich einem der beiden fruchtbaren Stamina anzulegen, in der Mitte zwischen beiden frei hindurchgehen; das eine wie das andere war denn auch thatsächlich der Fall (cf. Fig. B.). Desgleichen war schliesslich die ganze Blüthe in der neuen Symmetrale herabgekrümmt.

Die Abweichung der besprochenen Blüthen vom normalen Bau war somit augenscheinlich durch eine Veränderung der Symmetrale, durch eine Verschiebung derselben, sei es um 60°, sei es um 180° (im letzteren Falle also eine völlige Umkehrung) hervorgebracht. Leider waren beide Blüthen abgeschnitten, sodass nicht mehr festgestellt werden konnte, ob die neue Symmetrale, wie die der normalen Blüthe, zugleich die Mediane vorstellte oder mit derselben einen Winkel bildete. Es ist indess sehr wahrscheinlich, dass ersteres der Fall war; denn schiefe Symmetrie kommt in der Familie der Zingiberaceen nirgends vor. Alsdann aber dürfte die Verschiebung auch schon in der ersten Anlage stattgefunden haben, da eine spätere (postgenitale) Verschiebung, etwa durch eine Drehung der Blüthenanlage, die besprochenen Umbildungen nicht mehr hätte nach sich ziehen können. Es versteht sich, dass eine „congenitale“ Verschiebung nicht als eine wirkliche Drehung, sondern nur in dem Sinne aufgefasst werden darf, dass die zuerst sich zeigenden Organanlagen der Kelchtheile in einer andern Stellung auftraten, als bei der normalen Blüthe, nämlich nach $\frac{1}{2}$, woraus denn alles übrige sich von selbst ergeben musste.

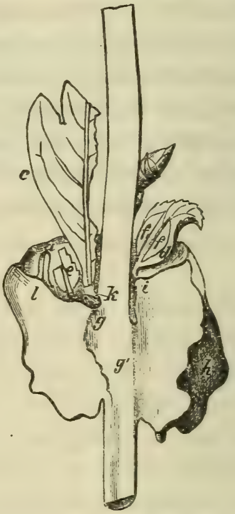
60. L. Wittmack: Ueber eine durchwachsene Birne und die Natur der Pomaceenfrucht.

Eingegangen am 26. October 1884.



Figur 1. nat. Grösse.

Im Winter 1883/84 erhielt das Museum der landwirthschaftlichen Hochschule in Berlin vom Herrn Oekonomierath **Späth**, Besitzer der Baumschulen in Rixdorf-Berlin, eine Birne, aus deren Kelchende ein mit starken Knospen versehener dicker Zweig ca. 10 *cm* weit hervorragte, während er sich unterhalb der Birne in fast gleicher Stärke als Stiel fortsetzte, so dass das Ganze eher aussah wie ein Wulst, der sich rund um einen Zweig gebildet, denn als eine durchwachsene Birne. Die Aehnlichkeit mit einem Wulst trat noch umsomehr hervor, als die betreffende Birne einige Wochen im Zimmer gelegen und um sie besser zu conserviren, sogar auf dem warmen Ofen etwas getrocknet war. Sie hatte dadurch viele Runzeln erhalten und liessen sich diese, trotzdem das Objekt im



Figur 2. Längsschnitt.

Museum in Wasser aufgekocht wurde, nicht ganz wieder entfernen, wenn auch die Birnform deutlicher hervortrat.

Der Stiel ist abgeschnitten und hat nur eine Länge von ca. 11 *mm*, bei einem Durchmesser von 4,5 *mm*. Diesen beträchtlichen Durchmesser behält die Achse auch in ihrem Verlauf durch die Frucht, wie weiter oberhalb am Spross bei, nur an einer Stelle des Innern steigt derselbe, wie sich auf dem Durchschnitt (Fig. 2 bei g) ergiebt, auf 5,5 *mm*. Die Ursache dieser schwachen Ausbuchtung bei g dürfte vielleicht darin liegen, dass etwas oberhalb bei k, Fig. 2 eine kleine Knospe steht und gewöhnlich die Achse unterhalb der Knospen etwas verdickt ist (siehe bei den starken Knospen am durchwachsenen Spross). Die Birne, resp. der birnförmige Wulst, zieht sich auf der einen Seite des Stiels etwas weiter hinab als an der anderen, pomologisch gesprochen: „Der Stiel ist schief angesetzt.“ Beim Durchschnitt zeigte sich, dass das Fleisch an der längeren Seite sich etwas von der Schale zurückgezogen (wahrscheinlich erst in Folge des Aufkochens), so dass dadurch eine Höhlung, Fig. 2 h entstanden. Die Länge der Birne beträgt im grösseren Theile 23, im kleineren 19, der grösste Durchmesser 25 *mm*.

Am oberen etwas schüsselförmig vertieften Ende sieht man in ziemlich regelmässigen Abständen eines Quirls 5 Anhängsel, von denen eins (Fig. 1 und 2 a) schuppenförmig, (vielleicht nur weil anscheinend abgebrochen), die übrigen aber zu kleinen Blättchen ausgewachsen sind. Das grösste dieser Blättchen hat 10 *mm* Länge und 6 *mm* Breite. Sie entsprechen offenbar den Kelchzipfeln. — Nach innen davon folgt ein zweiter Kreis von Blättern, von denen eins (Fig. 1 b) fast vollständig erhalten, 16 *mm* lang und 13 *mm* breit, das zweite (c) noch grösser, 20 *mm* lang, aber der einen Längshälfte fast beraubt, oben schräg abgeschnitten und eingerissen. Das dritte (d) ist kleiner, nur in der rechten Hälfte (von aussen gesehen in der linken) deutlicher ausgebildet, das vierte (e) bis auf einen kurzen Rest der Mittelrippe ganz zerstört, das fünfte endlich anscheinend in 2 halbe Blättchen gespalten (f und f'), von denen das linke (f') weisslich gefärbt ist. — Man wird diese 5 Blätter ohne Zwang als vergrünte Blumenblätter deuten können.

Die Zerstörung der Blätter rührt möglicherweise vom Pinciren oder Beschneiden her, denn die betreffende Birne stammt von einem Formbaum und war von einem Arbeiter gefunden worden. Dass eine menschliche Hand am Zweige thätig gewesen, ergiebt sich auch daraus, dass der durchwachsene Spross am oberen Ende (Fig. 1, bei s) abgeschnitten ist.

Auf dem Durchschnitt sieht man, dass der Gefässbündeltheil der Achse, mit Ausnahme der erwähnten kleinen Ausbuchtung bei g, sich unverändert durch die ganze Birne hindurchzieht, und zu der Verdickung der sog. Frucht nicht beiträgt. Es zeigen sich nämlich an der Grenze zwischen dem Fleisch und der harten holzigen Achse 2 braune Linien g und g', welche bei der mikroskopischen Untersuchung sich als Cambium- und Basttheil erweisen. Auch gewahrt man am oberen Ende der Birne auf der einen Seite (Fig. 2 bei i) einen deutlichen Zwischenraum zwischen der Anschwellung und der Achse und bemerkt weiter, dass die erwähnten vergrünten Kelch- und Kronenblätter nicht an der Achse, sondern auf dem Wulste, wenn auch theilweise nahe der Achse (im engeren Sinne) entspringen, sowie endlich, dass ihnen die Blattstiele fehlen. Ein Kernhaus ist, wie gewöhnlich, bei metamorphosirten Birnen nicht vorhanden, aber die Steinzellen finden sich reichlich; auch sieht man ganz zarte Gefässbündel (Fig. 2 bei l).

Es fragt sich nun, welches Licht diese Birne auf die Natur der Pomaceenfrucht wirft.

Bekanntlich ist die ältere Ansicht die, dass die Pomaceenfrucht und überhaupt alle unterständigen Fruchtknoten durch Verwachsung der Blätter der Blüthenhülle in ihrem unteren Theile und mit dem Ovarium entstehen, die neuere dagegen, dass sie allein eine verdickte Achse sei. Ich habe schon 1877 in den Sitzungsberichten des Botan. Vereins der Provinz Brandenburg (siehe dessen Verhandlungen, XIX., Sitzungsber. S. 140 ff.) diesen Gegenstand ausführlicher behandelt und mich damals dahin ausgesprochen, dass die Wahrheit wohl in der Mitte liege. Dieses möchte ich heute noch mehr betonen.

Untersucht man eine normale Birne mit recht fleischigem Stiel, so findet man, dass die Rindenpartie des fleischigen Stieles sich allmählich nach oben zu dem Fruchtfleisch verdickt und bei einem Vergleich der Parenchymzellen der Innenrinde des Stiels mit denen des Fruchtfleisches ergiebt sich eine grosse Uebereinstimmung, nur dass sie im saftigen Fleisch isodiametrischer sind. Ebenso zeigt sich eine gewisse Uebereinstimmung in den Epidermiszellen, auch diese sind zwar am Stiel etwas länglicher als an der Schale der Birne, aber im Uebrigen ebenso stark nach aussen und an den Seitenkanten verdickt, und im ganzen Aussehen sehr ähnlich. Die Steinzellen sind in der Innenrinde des Stiels massenhaft vorhanden, auch sie finden sich bekanntlich im Fleisch, und zwar an der Grenze der Gefässbündel reichlich wieder. — Auch unsere Frucht zeigt diese Verhältnisse, nur ist es, weil die Rinde am Stiel sehr dünn ist, nicht so leicht, die Verdickung zum Fruchtfleisch nachzuweisen.

Andererseits sieht man aber, wie ich schon am angeführten Orte bemerkte, dass bei jugendlichen Blüthenknospen von Aepfeln und Birnen die Gefässbündel für die Achse und die für den Kelch schon im untersten Theile getrennt verlaufen, während sich die Gefässbündel für die Blumenkrone erst weiter oben von denen des Kelches abzweigen;

man sieht weiter an vielen Aepfeln, z. B. den Calvillen, fünf Rippen. Alles dies deutet schon darauf hin, dass die Kelchblätter eine gewisse Selbständigkeit behalten.

In unserem Falle ist diese Selbständigkeit nun noch weiter gegangen, indem die Kelchblätter zu kleinen Laubblättern ausgewachsen sind. (Dass auch die Kronenblätter hier vergrünt sind, wollen wir vorläufig ausser Betracht lassen.) Diesen vergrünten Kelchblättern fehlen aber die Stiele resp. die Blattscheiden; sie treten unmittelbar mit der Spreite aus dem Wulste hervor. Wo werden wir den Stiel- resp. den Scheidentheil zu suchen haben? Offenbar mit in der Anschwellung der Frucht.

Dass wirklich die Basis der Stiele resp. der Scheidentheil der Laubblätter von Aepfel- und Birnenbäumen sich ausserordentlich verdicken kann, geht auf's Schlagendste aus einer ganz kürzlich in der Revue horticole 1884, No. 17, S. 302, Fig. 91 dargestellten Missbildung hervor.

Am genannten Orte werden unter dem Titel: „Formation de fruits sans fleurs“ eine ganze Anzahl interessanter Fälle behandelt. Die erwähnte Figur 91 stellt einen jungen beblätterten Laubspross der Birne „Bonchrétien Napoleon“ dar, dessen Blattstiele, ohne dass selbst nur Rudimente von Blüthen vorangegangen, an der Basis kleine birnförmige, bis zu 1 *cm* dicke Anschwellungen tragen, die sich theilweise am Zweige hinabziehen. (Es hat dies äusserlich einige Aehnlichkeit mit den Gallen an den Blattstielen von *Populus tremula.*) Die Erscheinung trat, wie E. A. Carrière l. c. berichtet, an mehreren Zweigen des betreffenden Baumes in Montreuil 1882 auf; anfangs waren die Anschwellungen grün und unschmackhaft, später wurden sie gelb und weich und hatten vollständig Geruch und Geschmack der betreffenden Birnsorte, bis sie endlich eintrockneten. — Die Blätter des in Fig. 91 der Revue horticole dargestellten Zweiges sind aus ihrer spiraligen Anordnung etwas verschoben. Drei stehen fast zu einem Quirl vereinigt, 3 andere am nächstoberen Knoten, beinahe senkrecht dicht über einander. Die Anschwellungen der 3 ersteren sind unter sich mehr oder weniger verwachsen; die der 3 letzteren noch mehr, diese sind es, die sich am Internodium entlang bis zum nächstunteren Knoten hinziehen. Denkt man sich statt 3 5 solcher Blätter durch Verkürzung der Internodien zu einem Quirl zusammengeschoben und die angeschwollenen Basen verwachsen, so haben wir etwa unsern Fall.

Noch besser wird aber die Umbildung des Scheidentheils der Blätter zu fleischigen Organen durch die Abbildung Fig. 93 der Rev. hort. l. c. illustrirt, welche übrigens — ohne dass das angegeben wäre — aus dem Jahrgang 1867, Seite 450, Figur 39 wiederholt ist. Ich habe schon in meinem früheren Bericht auf diese Abbildung aufmerksam gemacht. Nicht bloss die Kelch-, sondern auch die Blumenblätter und selbst die Staubblätter sind hier vergrünt und an der Basis stark verbreitert und fleischig angeschwollen.

Ganz im Gegensatz dazu stehen Fälle, wie der in Fig. 89 d. Rev. hort. 1884 abgebildete. In der Baumschule des Herrn Godefroy Lebeuf in Argenteuil war an einem Apfelwildling ein Auge eingesetzt. Dasselbe hatte nicht getrieben, sondern gab Veranlassung zu einem runzeligen, sich ca. 3 *cm* aufwärts und ebenso weit abwärts vom Auge an einer Seite des Zweiges hinziehenden 2 *cm* breiten Wulste, der schliesslich essbar wurde wie ein Apfel, wenn er auch nicht die Form desselben hatte, sondern sehr runzelig, wie ein Ueberwallungsgewebe aussah. Ob dieser Wulst in Folge der Verwundung gebildet, oder durch Umwandelung des Auges entstanden, liess sich nicht ermitteln.

Eine noch weit stärkere Ausbildung von solchen runzeligen Anschwellungen längs einer Seite eines Zweiges ist im Gard. Chronicle, vol. XV n. ser. S. 41 (8. Jan. 1881) Fig. 7 dargestellt. Ein ziemlich horizontaler Birnenzweig, den das Gard. Chron. von Herrn André in Paris erhalten, „ist plötzlich aufwärts gebogen.“ So lautet Maxwell Masters' Beschreibung in G. Chronicle; nach der Abbildung sieht es aus, als wenn der horizontale Zweig am Ende abgeschnitten wäre und sich dafür ein Seitenzweig nach aufwärts entwickelt hätte. Für die Sache ist das hier gleichgültig. „Die ganze obere Seite des horizontal liegenden Theils“, heisst es weiter, „ist angeschwollen zu einer gelappten fleischigen Masse (so dass es aussieht wie eine Ueberwallungsmasse) „während die untere Seite nicht davon betroffen wird.“ Masters fährt dann fort: „Die Basis der Blattstiele ist in mehreren Fällen ähnlich hypertrophisch, was um so mehr von botanischem Interesse ist, als es möglicherweise etwas Licht werfen kann auf die (Natur der) sog. Kelchröhre.“ Master denkt sich nach der Abbildung den ca. 13 *cm* langen, 2 *cm* dicken Wulst dadurch entstanden, dass der Zweig auf der einen Seite stark gewachsen und dadurch die Blüthen, die sonst in Dolden stehen, zu einer Traube auseinandergerückt wären. Er meint nun weiter, die Stiele der Blüthen wären dann mit dem Zweige verwachsen und angeschwollen. Da der Jugendzustand nicht bekannt, so lässt sich nichts Sicheres angeben.

Ich könnte noch eine ganze Reihe interessanter Beispiele anführen, wo bald mehr die Anhänger der Achsen- bald mehr die der Blatt-Theorie bezüglich der Pomaceenfrucht Beweise für ihre Ansicht finden dürften. Eine Vermittelung ist aber leicht, wenn wir annehmen, dass sowohl die Achse als auch die Blätter an der Verdickung Theil nehmen und kurz sagen: **„Die Pomaceenfrucht ist ein verdickter Spross.“**

Auch Carrière spricht eine ähnliche Ansicht aus, wenn er sagt, (Revue hort. 1867, S. 450): „Man kann die Früchte, wie die Blüthen als einen veränderten Zweig ansehen, welcher anstatt sich zu verlängern, in seinem Längenwachsthum stehen geblieben und dessen beträchtlich veränderten seitlichen Organe (Blätter) fleischig und saftig geworden sind“ etc. — Die Achse des Sprosses ist in normalen Fällen am meisten betheiligt und vorzugsweise ist es das innere Rindengewebe, welches die Verdickung bewirkt, von den Blättern sind es nur die Blattscheiden. Normaler Weise nehmen von den Blättern der Blüthenhülle nur die Kelchblätter an der Verdickung Theil, in abnormen Fällen können aber auch Kronen- und Staubblätter sich an der Basis verdicken, wie in anderen abnormen Fällen wieder mehr allein die Achse die Verdickung erzeugen kann.

Es ist auch nicht nothwendig, dass der Spross schon in die Länge gestreckt sei, ehe diese Verdickungen erfolgen, theoretisch wenigstens steht wohl nichts der Annahme entgegen, dass sie auch bereits in der Knospe eintreten können. Und wenn das richtig, dann erklärt sich sehr gut der merkwürdige Fall, der ebenfalls in Rev. hort. 1884, S. 392, Fig. 90 abgebildet, wo nämlich an einem Apfelbaumreis (lambourde, eigentlich Propfreis mit einer Tragknospe am Ende) in der Gabelung zweier Zweige auf einer dicken Knospe („bourse“), die im vorigen Jahre Früchte getragen, sich, angeblich ohne Blüthe, ein glatter Wulst in Gestalt eines horizontal liegenden, 2 *cm* grossen Eies gebildet hatte, das ganz den Geschmack eines Apfels besass. Es war das 1882 beim Samenhändler L. Lille in Lyon. Dieser eiförmige liegende Apfel besass weder Kernhaus, noch Kelchzipfel, noch Einsenkung an der Ansatzstelle des Stiels, wie denn ein Stiel überhaupt ganz fehlte.

Möglicherweise lässt sich auch die oben beschriebene Wulstbildung an Stelle eines nicht ausgetriebenen Auges (Fig. 89 der Rev. hort. l. c.) auf solche schon im Knospenzustande eingetretene Verdickung zurückzuführen, ja in Revue hort. 1881, S. 304, wird (nach Lyon hort., Juli 1881) geradezu berichtet, dass Herr Chaudey in Chapenost (Rhône) einige Fruchtaugen eingesetzt und sich daraus ohne Blüthe, anstatt des Sprosses, eine kleine Birne entwickelte, aus der dann ein gewöhnlicher Laubtrieb durchwuchs.

Mir scheint, dass bei der Auffassung der Pomaceenfrucht als „Spross“ sich selbst die abnormsten Missbildungen viel leichter deuten lassen, als wenn man die Verdickung allein der Achse oder allein den Blättern resp. Blattbasen zuschreibt.

Zum Schluss möge noch eine Zusammenstellung einiger Abbildungen von monströsen Aepfeln und Birnen folgen:

Irmisch in Flora 1858, Taf. I, Fig. 1 und 2. Zwei etagenförmige Birnen.

Masters, Vegetable Teratology, p. 422 ff., Fig. 203 und 204. 2 Birnen, aus denen zwei Etagen von Birnen entspringen. (Verzweigung der Achse nach Masters.) Ferner S. 134 und 178. Daselbst auch die weitere Literatur.

Lindley in Gard. Chronicle 1851, pag. 723. Drei etagenförmige Birnen.

Masters in Gard. Chronicle n. ser. vol. III. 1875, S. 148, Fig. 30. Birne mit durchwachsener beblätterter Achse, sehr schönes Beispiel; aus einem älteren Jahrgange anscheinend wiederholt.

Masters in Gard. Chronicle n. ser. vol. XVI. S. 41, Fig. 7; bereits oben beschrieben.

Th. Liebe in „Die Natur“, 3. Sept. 1877, eine etagenförmige Birne.

Carrière in Revue hort. 1867, pag. 450, Figur 30; oben beschrieben.

Carrière in Revue hort. 1868, p. 50, Fig. 4 u. 5. Etagenförmige Birne.

Carrière in Revue hort. 1868, p. 110, Fig. 12 und 13. Apfel mit einem zweiten umgekehrten (kernlosen), zur Seite des Stiels, was Carrière wohl mit Recht als Folge der Umbiegung eines Seitenzweiges der Achse erklärt.

Carrière in Revue hort. 1870, p. 95, Fig. 18. 2 Birnen, aus denen nahe der Basis beblätterte Zweige heraustreten.

Carrière in Revue hort. 1875, p. 175, Fig. 25. Umbildung eines Sprosses (Bourgeon) in eine sehr kleine Birne mit oben darauf sitzenden Blättern.

Carrière in Revue hort. 1876, S. 207, Fig. 40. Sehr interessante Durchwachsung. Eine Birne „Doyenne du Comice“ trägt am oberen Ende einige Blätter und 2 grosse Birnen, jede mit einem Stiel. Die sekundären Birnen sind grösser als die primären. (Abbildung wiederholt in Gardeners Chronicle n. ser. VI. 1876, p. 303).

Carrière in Revue hort. 1884, S. 391, Fig. 89; bereits oben besprochen.

Carrière in Revue hort. 1884, S. 392, Fig. 90; bereits oben besprochen.

Carrière in Revue hort. 1884, S. 392, Fig. 91; bereits oben besprochen.

Carrière in Revue hort. 1884, S. 393, Fig. 92. Eine Birne „William“, angeblich ohne Blüthe entstanden, ohne Stiel, an einen Zweig zu $\frac{2}{3}$ der Länge angewachsen. Die Birne ist ausserordentlich verlängert, oben fast halbkreisförmig gebogen und entschieden vorzugsweise als verdickte Achse aufzufassen. An der Spitze sind ziemlich normale, etwas vergrünte Kelchzipfel; in $\frac{1}{3}$ und in $\frac{2}{3}$ der Länge der ganzen Birne tritt aus dem Fleisch je 1 gestieltes Blatt hervor, das obere mit einem kleinen Achselsprösschen (?)

Carrière in Revue hort. 1884, S. 393, Fig. 93; bereits oben besprochen.

Carrière in Revue hort. 1884, S. 394, Fig. 94. Eine Anschwellung auf einem Edelreis, das aus einem im Jahre 1880 eingesetzten Auge entstanden war. Die Anschwellung war 12 *mm* lang, 18 *mm* breit und 4 *mm*, anfangs zinnoberroth, im Innern grün, später aussen aschgrau. (Scheint nicht hierher zu gehören.)

Nachschrift. Nach Abschluss der Arbeit stellte mir mein College, Herr Prof. Dr. Kny, noch einen getrockneten Zweig mit jungen durchwachsenen Birnen behufs Untersuchung zur Verfügung. Derselbe wurde im Jahre 1883 einem Baume im Garten des Herrn Bergrath Emmerich in Arnsberg, Westfalen, entnommen und soll dieser Baum alljährlich derartige Prolifikationen zeigen. Der Zweig trägt 3 langgestielte Birnen, bei zweien (A und B) ist der Stiel 3 *cm*, bei der dritten (C) sogar 4½ *cm* lang. Die Birnen selbst sind noch klein, Birne A kaum 8 *mm* lang und 5 *mm* dick, B 18 *mm* lang, 8 *mm* dick, C nur 5 *mm* lang und 6 *mm* dick. Ausserdem sind noch 3 abgebrochene Birnen vorhanden. Alle 6 zeigen eine mehr oder weniger, (2—5 *cm*) lang aus dem Kelchende hervorsprossende Achse, die theilweise sogar nicht bloss mit Knospen, sondern mit wirklichen Blättern besetzt ist. Ausserdem ist auffallend, dass die Kelchzipfel an allen Exemplaren mehr oder weniger blattartig sind, in einem Falle, bei Birne C, so stark, dass man eher einen Blattquirl zu sehen glaubt als vergrünte Kelchblätter. Dies tritt um so mehr hervor, als die Birne selbst, wie oben gesagt, nur 5 *mm* lang ist, während ihr Stiel 5 *cm* und der aus ihr hervorwachsende Spross ebenfalls 5 *cm* lang ist. Das Ganze macht bei C den Eindruck, als habe man einen gewöhnlichen dünnen Laubzweig vor sich, der an der Stelle, wo er den (vergrünten Kelch-) Blattquirl trägt, etwas angeschwollen. Die Kelchblätter sind hier bei C gestielt, aber nur kurz und die Blattstiele an der Basis mehr oder weniger verdickt.

Am interessantesten ist aber die Birne A. Hier ist nämlich die Achse an einer Seite, wo 2 Kelchzipfel etwas auseinander gewichen, gar nicht verdickt, sondern geht fast unverändert vom Birnenstiel in den proliferirenden Spross über. Dagegen sind die Basen aller Kelchzipfel verdickt, ziehen sich verschieden weit an der Achse (dem Stiel) herab und bilden eben in ihrer Gesammtheit die Birne. Letztere zeigt in Folge des Fehlens der Verdickung auf der einen Seite daselbst eine Längsrinne, in welcher die Achse nackt zu Tage tritt. Dieser Fall spricht sehr schlagend für die Ansicht, dass auch die Blattbasen an der Verdickung mit betheiligt sind, nur ist das Objekt etwas klein.

Da sich vielleicht in kommenden Jahren Gelegenheit bieten wird, die Zweige dieses interessanten Baumes frisch zu untersuchen, so behalte ich mir eine ausführlichere Schilderung der Verhältnisse, die sich am trockenen Material doch nicht gut ausmachen lassen, vor.

Wenn entgegnet ist, dass die Insertion der Blumenblätter und Staubgefässe sich nicht erklären lasse, wenn man die Verdickung durch die Kelchblätter mitbewirkt annehme, so ist darauf zu erwidern, dass diese Schwierigkeit hinwegfällt, wenn man sich vorstellt, dass der peripherische Theil der Achsen-Cupula oben von den verdickten Kelchblattbasen gebildet wird.

Kurze Zusammenfassung: Die Pomaceenfrucht ist ein verdickter Spross.

Sitzung vom 28. November 1884.

Vorsitzender: Herr S. Schwendener.

Zu ordentlichen Mitgliedern werden vorgeschlagen die Herren:

Dr. **Ed. Fischer** aus Bern, z. Z. in Berlin C., Neuer Markt 8 (durch Eichler und Schwendener).

Stud. **Julius Müller** in Berlin, landwirthschaftliche Hochschule (durch Eichler und Frank).

Mittheilungen.

61. I. Urban: Studien über die Scrophulariaceen-Gattungen Ilysanthes, Bonnaya, Vandellia und Lindernia.

Eingegangen am 20. November 1884.

Die Bestimmung einer *Ilysanthes*-Art, welche von Herrn Dr. STAHL aus Puerto-Rico eingesandt war und ausserdem aus Samen derselben Pflanze im hiesigen botanischen Garten zur Blüthe kam, bildete den Ausgangspunkt einer kleinen Untersuchung, deren Resultate ich hier in der Reihenfolge, in welcher sie gewonnen wurden, mittheilen will.

Die genannte Art, *Ilysanthes gratioloides* Benth., in Amerika von Canada bis Guyana und Columbien einheimisch, von den Antillen aber bisher nur von Cuba[1]) bekannt, blühte sowohl in den cultivirten, als in den von Dr. STAHL getrocknet eingesandten Exemplaren nur kleistogam. Die blassgefärbte cylindrische Korolle, welche von den Kelchblättern beträchtlich überragt wird, bleibt während der ganzen Blüthezeit geschlossen. Die 2 Stamina biegen sich etwas zu einander und nach der Mitte der Blüthe hin, so dass die Antheren zu beiden Seiten des Griffels und, da letzterer bis fast zur Berührung nach vorn eingebogen ist, an beide Seiten der sich kaum von einander trennenden Narbenlappen zu liegen kommen; hier haftet der Pollen fest an und treibt seine Schläuche in die Narbe. Die Structur der beiden (vordern) Staminodien, welche später für uns von grosser Wichtigkeit werden, ist etwas ausführlicher zu behandeln. In den chasmogamen Blüthen laufen vom unteren Theile der Kronenröhre zwei feine, allmählich dicker werdende Leisten empor, die mit sitzenden oder kaum gestielten mehrzelligen Drüschen, bisweilen untermischt mit einigen papillenartigen Härchen, dicht besetzt sind, unterhalb des Schlundes frei werden und in linealische, oberwärts etwas verdickte, auf gleiche Weise mit Drüschen bedeckte kurze stumpfe Fäden endigen; aus dem freien Theile derselben geht bald tiefer, bald höher unter einem rechten oder gewöhnlich sogar unter einem stumpfen Winkel (also nach rückwärts gerichtet) je ein viel dünneres, vollständig kahles, oft gebogenes Fädchen hervor. Wollte man diese Gebilde nach Structur und Richtung allein zu deuten versuchen, so müsste man, wie es bei der Beschreibung der Species von den Autoren[1]) oft geschehen ist, jene drüsig rauhen Fäden für die eigentlichen Staminodien, diese kahlen Fädchen für Anhängsel von jenen halten. Es ist aber gerade umgekehrt, wie die Betrachtung der Arten der Gattung *Vandellia* z. B. *V. erecta*, bei welcher Faden und Fädchen in ganz gleicher Weise entwickelt sind, diese letzteren aber die Antheren tragen, mit Evidenz beweist. — Bei den kleistogamen Blüthen nun sind die drüsigen Anhängsel auf eine unscheinbare Schwiele oder ein kleines Knöpfchen reducirt, während die echten Staminodien, wenn auch nur 0,25—0,5 *mm* lang, immer ausgebildet sind, hinter (unter) jenem Knöpfchen abgehen und schräg aufsteigen; die herablaufende Leiste ist hier nur auf eine verhältnissmässig kurze Strecke oder nur an der Spitze mit Drüschen besetzt. — In Folge des Anschwellens des Ovariums reisst die Corolle an der Basis ringsum los, wird allmählich in die Höhe gehoben und fällt zuletzt ab oder bleibt auf dem Griffel sitzen. Diese Eigenschaft liefert ein bequemes Mittel, auch an getrockneten Exemplaren die Kleistogamie zu constatiren; man braucht nur die Kelchzähne in die Höhe zu heben, um sich zu vergewissern, ob man es mit einer chasmogamen Knospe oder einer kleistogamen Corolle zu thun hat. — An Herbarmaterial traf ich die Kleistogamie sonst noch in den oberen Blüthen von Exemplaren, die von TORREY bei New-York, von HENSER in New-Jersey, von WILLIAMS in Illinois gesammelt waren; ferner an Exemplaren von Arkansas (leg. ENGELMANN), an welchen, wie es schien, ausser den grossen geöffneten und kleinen geschlossen bleibenden Corollen noch intermediäre, vielleicht sich nur wenig öffnende vorkommen, endlich an Pflanzen von

---

[1]) und Hayti, falls *Gratiola Domingensis* Gaertn. fil. Carp. Suppl. p. 189 t. 214 f. 8 hierher gehört, was nach der Abbildung sehr wahrscheinlich ist.

---

1) So noch ASA GRAY Syn. Flor. II. (1878) p. 283: Sterile filaments in ours glandular with a glabrous lateral lobe.

Nantes (leg. Graf Solms-Laubach). Bekanntlich hat sich diese amerikanische Pflanze seit mindestens 1851 im westlichen Frankreich, wo sie im Jahre 1868 von James Lloyd als solche erkannt und sehr sorgfältig beschrieben wurde[1]), eingebürgert und die ihr täuschend ähnliche, nahezu gleiche Lokalitäten bewohnende *Lindernia pyxidaria* an manchen Orten fast verdrängt. Dem Scharfblicke Lloyd's entging auch das eigenthümliche Verhalten der Blüthen nicht, welches durch die Worte: „corolle souvent fermée, surtout au bord de l'eau, et alors plus petite à tube ventru“ und „les graines se forment facilement même dans les fleurs qui restent fermées“ zutreffend ausgedrückt ist. Wollte man diese Beobachtung Lloyd's, dass die *Ilysanthes* an ausgetrockneten Orten chasmogam, an feuchten kleistogam blühe, auch für Westindien gelten lassen, so würde sie den Satz, welchen Baron von Eggers[2]) aus dem Studium mehrerer, unter gewissen Verhältnissen in Westindien kleistogam blühender Pflanzen gezogen hat, „dass die Ursache der kleistogamen Blüthenentwickelung in allen Fällen der Mangel an ausreichender Feuchtigkeit sei, welcher eine vollkommene Entwickelung der Blüthen nicht gestatte,“ nicht bestätigen.

Die Differenzirung der Staminodien in drüsiges Anhängsel und eigentliches glattes Staminodium kann bald an der Insertionsstelle selbst vor sich gehen, wie bei den kleistogamen Blüthen, bald gegen die Mitte, bald unter der Spitze des dickeren drüsigen Armes erfolgen. Dadurch wird aber der einzige Unterschied, durch welchen Bentham[3]) *Ilysanthes Capensis* Benth. (filamentis anticis sub apice lobulo glabro brevi auctis) von *I. gratioloides* (fil. ant. infra medium lobulo glabro auctis) trennt, hinfällig. Ja, die beiden von mir untersuchten Exemplare der ersten Art (Burchell n. 679, Ecklon) zeigten auch den von Bentham hervorgehobenen Charakter nicht einmal, da die Theilung in Anhängsel und Staminodium noch weit unter der Mitte, fast über der Basis der ersteren stattfindet. Da nun auch der Habitus beider Arten ganz übereinstimmt und andere Merkmale völlig fehlen, so muss *I. Capensis* einfach als Synonym zu *I. gratioloides* gezogen werden: das Vaterland der letzteren erstreckt sich demnach auch auf Südafrika. Uebrigens unterscheiden sich auch manche Specimina der südostasiatischen *I. hyssopioides* Benth. und *I. parviflora* Benth. von gewissen nordamerikanischen Formen der *I. gratioloides* nur wenig.

Wie die Abgangsstelle, so ist auch die Länge des eigentlichen Staminodiums bei den genannten Formen und bei den übrigen Arten der Gattung *Ilysanthes* grossen Schwankungen unterworfen, besonders auch im Vergleich zur Länge des Anhängsels. Wie letzteres auf eine

---

[1]) In Bull. Soc. bot. de France XV. p. 155.
[2]) In Bot. Centralblatt. VIII (1881) p. 58.
[3]) In DC. Prodr. X. 419.

Schwiele reducirt sein kann (bei der kleistogamen Form), während das Staminodium eine ziemliche Länge erreicht, so kann auch bei vollständiger und bedeutender Ausbildung des Anhängsels das Staminodium sehr verkürzt sein; allein es fehlt in der Gattung niemals. Behauptet wurde es freilich von einer hierher gehörigen Pflanze, welche im Anfange der fünfziger Jahre aus dem Petersburger botanischen Garten als *Ilysanthes Cubensis* Fisch. et Mey.[1]) verbreitet und auf Grund dieses vermeintlichen Charakters zum Typus eines neuen Genus *Virchowia* erhoben wurde. Da die Gattung später weder in BENTHAM u. HOOKER's Genera noch sonst in der Literatur (ausser in meiner Enum. Spec. etc. in catal. hort. bot. descript. Berolini 1881, p. 42) Erwähnung gefunden hat, so möge sie hier besprochen und zu Grabe getragen werden. Jene *Ilysanthes Cubensis* (als solche, soviel ich weiss, nicht weiter beschrieben) hatte in den von SCHENK unterzeichneten Adnotationes criticae zur Selectio Sem. anno 1852 in horto Wirceburgensi coll. erste Pag. in folgender Weise eine Umtaufe erfahren: „*Ilysanthes cubensis* hort. Petropol. = *Virchowia cubensis* Bartl. et Schenk. Genus *Virchowia* generibus *Bonnayae* et *Ilysanthi* proximum a priori recedit capsula ovata, staminodiis eglandulosis, a posteriori staminodiis integris nec bilobis.“ Es folgt darauf der generische Charakter, welcher sonst nichts Erwähnenswerthes enthält. Die Untersuchung der unter dem Namen *Virchowia Cubensis* einst im Berliner und Leipziger Garten cultivirten Specimina, sowie der Petersburger Originalexemplare vom Jahre 1849 ergab nun, dass die ziemlich dicken und langen drüsig rauhen Fäden gegen die Mitte ihres freien Theiles ein schwer sichtbares fädliches Staminodium[2]) tragen, das an Länge die Dicke der Fäden nur eben erreicht, ganz in derselben Weise, wie bei *I. rotundifolia* Benth.; die Untersuchung ergab ferner, dass die Pflanze in Wuchs, in den an den Knoten wurzelnden Stengeln, in Blattform, drüsiger Bekleidung des Kelches, in Blüthenbau und Form der Früchte ganz und gar mit letztgenannter, in Ostindien und auf den ostafrikanischen Inseln verbreiteten Art identisch ist. Ob die Samen der *Virchowia*, wie der Beiname ausdrückt, von Cuba stammen, ist sehr zu bezweifeln; jedenfalls ist *Ilysanthes rotundifolia* von Cuba nicht bekannt, auch nicht näher verwandt mit einer von WRIGHT[3]) aus Cuba beschriebenen *Bonnaya alterniflora*, welche nach

---

1) In Sem. sel. hort. Petr. 1851, pag. 2 (nomen solum) zuerst erwähnt; Herr v. MAXIMOWICZ war so freundlich, mir MEYER'sche Originalexemplare aus dem Herbarium der Kaiserl. Akademie mitzutheilen, welche die Etiquette trugen: „*Ilysanthes Cubensis* F. et M. Cuba. Cult. in horto Petrop. 1849.“

2) Es war dies Fädchen auch C. A. MEYER nicht entgangen; denn wahrscheinlich als Entgegnung auf die im Würzburger Kataloge gegebene Diagnose bemerkt derselbe in Sem. sel. hort. Petr. 1853, p. 8 in adnot. „*Ilysanthes cubensis* H. Petr. est genuina generis species. Filamenta enim antica in media parte denticulo parvo instructa sunt.“

3) In Sauvalle's Flor. Cub. (1873) p. 101.

BENTHAM's Meinung (Gen. Plant. II. 956) eher zu *Ilysanthes* gehört und sich von *I. rotundifolia* durch die feine Behaarung der ganzen Pflanze, die kleinen oblong-lanzettlichen, an der Basis etwas verschmälerten Blätter u. a. m. unterscheidet.

Die zuletzt erwähnte Gattung *Bonnaya* Lk. steht *Ilysanthes* ausserordentlich nahe, wird aber von BENTHAM sowohl in DC. Prodr. wie in den Gen. Plant., sowie auch von anderen Autoren als selbständiges Genus bestehen gelassen. Als unterscheidende Merkmale werden für sie „Staminodia integerrima“ und eine „Capsula linearis v. oblongo-linearis“ (gegenüber den „Staminodia 2-loba“ und der „Capsula ovata v. breviter oblonga“ von *Ilysanthes*) geltend gemacht. Was nun den ersten Charakter betrifft, so haben wir bei *Ilysanthes gratioloides* nachgewiesen, dass das Anhängsel bis zu einem kaum wahrnehmbaren Höcker reducirt sein kann, und bei *I. rotundifolia*, dass das eigentliche Staminodium zu Gunsten des wohl entwickelten Anhängsels auf ein kaum sichtbares, sehr kurzes Zähnchen verkürzt wird. Wie diese beiden Gebilde, so variirt auch die Form der Kapsel bei derselben Art innerhalb weiter Grenzen, wenn auch im Allgemeinen die Species von *Bonnaya* sich durch eine im Verhältnisse zum Querdurchmesser viel längere Frucht auszeichnen, als man sie bei den echten *Ilysanthes*-Arten beobachten kann. Vergleicht man aber gewisse Formen von Arten beider Gattungen mit einander, so kann man die unmerklichsten Uebergänge wahrnehmen. Ja bei der *Bonnaya trichotoma*, welche GRANT am oberen Nil gesammelt und OLIVER beschrieben hat[1]), ist die ovale Kapsel die einer typischen *Ilysanthes*-Art, während der Autor die Pflanze auf Grund der „Staminodia integra (subsessilia)“ der Gattung *Bonnaya* zuweist. Nun liegen mir aber Pflanzen vor, welche von BARTER auf BAIKIE's Niger-Expedition gesammelt und höchst wahrscheinlich von *Bonnaya trichotoma* nicht einmal specifisch zu trennen sind: bei diesen ist die Kapsel vollständig intermediär (oblong), die Staminodien aber sind „zweilappig“, wie bei *Ilysanthes;* neben einem sehr kurzen, aber verhältnissmässig sehr breiten flachen, fast nierenförmigen, oberwärts ringsum drüsigen Anhängsel geht auf der Aussenseite das eigentliche Staminodium in Form eines horizontal stehenden schwer sichtbaren kurzen Fadens ab. Durch ein anderes Merkmal weicht aber diese sowie eine andere von OLIVER beschriebene Art (*Bonnaya pusilla*) sowohl von *Ilysanthes* wie von *Bonnaya* ab: durch die bis über die Mitte oder fast bis zur Spitze röhrig verwachsenen Kelchblätter, welche bei den letztgenannten Gattungen ganz frei oder nur über der Basis verbunden sind; zur Aufstellung eines besonderen Genus eignet sich natürlich auch dieser Charakter nicht. Aus dem Mitgetheilten ergiebt sich, dass ein greifbarer Unterschied zwischen *Ilysanthes* und *Bonnaya* nicht

---

1) In Transact. Linn. Soc. XXIX (1875) p. 121 t. 122 B.

existirt; auch im Habitus finden sich die mannichfachsten Uebergänge. Wenn wir aber die Arten der Gattung *Vandellia*, welche sich von jenen Genera nur durch die fertilen vorderen Staubblätter auszeichnet, in dem allgemein acceptirten Sinne BENTHAM's (unter Einrechnung von *Hornemannia*, *Tittmannia*, *Ilyogeton* etc.) Revue passiren lassen und sehen, dass auch hier bei den verschiedenen Sectionen die Kapsel von kugeliger bis zur linealischen Form variirt, die Kelchblätter bald frei, bald verwachsen sind, das Anhängsel der vorderen Stamina die mannichfaltigste Gestalt haben und selbst fehlen kann, und dass endlich die extremen, ziemlich verschieden aussehenden Formen rücksichtlich des Habitus allmählich in einander übergehen[1]), ganz so wie bei *Ilysanthes* und *Bonnaya*, so werden wir mit logischer Nothwendigkeit gezwungen, die letztgenannten Gattungen mit einander zu vereinigen.

Nun entsteht aber, weil beide Namen (*Ilysanthes* Raf. und *Bonnaya* Lk. et Otto) in demselben Jahre 1820 veröffentlicht sind, die Frage, welchen von ihnen wir für die erweiterte Gattung zu wählen haben. LINK und OTTO's Icon. plant. select. sind in 10 Heften während der Jahre 1820—28 erschienen; da die Gattung *Bonnaya* im II. Hefte enthalten ist, so wird es wahrscheinlich, dass die Veröffentlichung erst in der zweiten Hälfte, wenigstens nicht am Anfange des Jahres erfolgte. Die RAFINESQUE'sche Gattung ist dagegen nach der Seitenzahl 13 der Zeitschrift Ann. of nat. zu urtheilen, gegen Anfang des Jahres publicirt und demnach wohl unzweifelhaft älter.

Es möge nunmehr eine kurze Uebersicht über die Sectionen und Arten der Gattung *Ilysanthes* hier folgen.

Ilysanthes Raf. in Ann. Nat. 1820, p. 13.

Sect. I. Euilysanthes Urb. Capsula ovalis usque oblonga. Sepala libera subliberave. Staminodia constant e filo glabro patente v. recurvato, nunc brevissimo et appendice crassiuscula glandulis obsita recta v. rectiuscula, raro calliformi v. obsoleta, plerumque cum filo plus minus alte connata.

1. *I. grandiflora* Benth. in DC. Prodr. X. (1846) p. 418. — *Lindernia grandiflora* Nutt. Gen. II. 43.

Habitat in America septr. (Georgia, Florida).

2. *I. gratioloides* Benth. l. c. p. 419. — *Capraria gratioloides* Linn. Spec. II. ed. p. 876. — *Lindernia Capensis* Thunbg. Fl. Cap. 480. — *Ilysanthes Capensis* Benth. l. c. — *Lindernia gratioloides* Lloyd, Flore de l'ouest de la France III. ed. (1876) p. 220. — *Lindernia pyxidari-*

---

1) Man vergleiche nur BENTHAM's Eintheilung der Gattung *Vandellia* nicht in DC. Prodr., sondern in Gen. Plant. II. 955 mit der folgenden Anordnung der Sectionen von *Ilysanthes*.

oides Simk. in Math. term. közl. XVI. (1881) 114 ex Just, Jahresber. 1879. p. 717.

Habitat in America septr. a Canada ad Florida et Texas, in ins. Antillanis, in Columbia et Guyana et in Africa australi[1]; in Gallia inquilina.

3. *I. parviflora* Benth. l. c. p. 419. — *Gratiola parviflora* Roxb. Pl. Corom. III. 3.

Habitat in Africa trop. (ex Hook. Fl. Ind.), in India orient. usque ad Siam.

4. *I. hyssopioides* Benth. l. c. p. 419. — *Gratiola hyssopioides* Linn. Mant. p. 174.

Habitat ab India orient. et China usque ad ins. Archipelagi Ind.

5. *I. rotundifolia* Benth. l. c. p. 420. — *Gratiola rotundifolia* Linn. Mant. 174.

Habitat in India orient., Ceylon, Mauritius et Madagascar.

6. *I. minima* Benth. l. c. p. 420. — *Bonnaya minima* Wight Ic. Ill. t. 858.

Habitat in India orient.

7. *I. refracta* Benth. l. c. p. 419. — *Lindernia refracta* Ell. bot. Car. I. 579.

Habitat in America sept. (Carolina usque ad Florida).

Sect. II. Pentacme Urb. Capsula ovalis usque oblongo-linearis. Sepala usque supra medium coalita. Staminodiorum appendices perbreves crassiusculae glanduliformes; staminodia ipsa lateraliter ex basi illarum abeuntia v. (ex Oliver) plane deficientia.

8. *I. trichotoma* Urb. — *Bonnaya trichotoma* Oliv. in Trans. Linn. Soc. XXIX. (1875) p. 121. t. 122 B!

Habitat in Africa tropica.

9. *I. pusilla* Urb. — *Bonnaya pusilla* Oliv. l. c. t. 122 A.!

Habitat in Africa tropica.

Sect. III. Bonnaya (Lk. et Otto Ic. Pl. Sel. a. 1820. II. p. 25 sub gen. propr.) Urb. Capsula oblonga usque linearis. Sepala libera sublibera v. sub medio coalita. Staminodia ipsa deficientia, appendices evolutae forma varia, nunc plane adnatae.

10. *I. tenuifolia* Urb. — *Gratiola tenuifolia* Colsm. in Vahl Enum. I. p. 96. — *Bonnaya tenuifolia* Spreng. Syst. I. 42.

Habitat in Asia austro-orientali et Ceylon.

11. *I. oppositifolia* Urb. — *Gratiola oppositifolia* Roxb. Pl. Corom. II. p. 30. — *Bonnaya oppositifolia* Spreng. Syst. I. 41.

Habitat in India orient.

---

[1] Die Angabe A. Gray's (Syn. Flor. II. 283), dass diese Art auch in Ostasien vorkomme, ist wohl auf eine irrige Bestimmung Regel's (Fl. Usur. n. 359, welche nach Maximowicz Mél. biol. 1874 p. 413 *Vandellia pyxidaria* ist), zurückzuführen.

12. *I. veronicifolia* Urb. — *Gratiola veronicaefolia* Retz. Obs. IV. 8. — *Bonnaya veronicaefolia* Spreng. Syst. I. 41. — *Gratiola verbenaefolia* Colsm. in Vahl Enum. I. 96. — *Bonnaya verbenaefolia* Spreng. Syst. I. 42. — *Gratiola grandiflora* Roxb. Pl. Corom. II. 42. — *Bonnaya grandiflora* Spreng. Syst. I. 41. — *Bonnaya peduncularis* Benth. Scroph. Ind. 34. — *Lindernia veronicifolia* F. v. Müll. Fragm. VI. 101.

Habitat in Asia austro-orient., ins. Arch. Ind. et Nova Hollandia.

13. *I. reptans* Urb. — *Gratiola reptans* Roxb. Fl. Ind. ed. Carey et Wall. I. (1820) p. 140. — *Bonnaya reptans* Spreng. Syst. I. 41.

Habitat in India orient. usque ad Ins. Molucc. et Philipp.

14. *I. serrata* Urb. — *Gratiola serrata* Roxb. Fl. Ind. I. 139 et ed. Carey et Wall. I. (1820) 140. — *Bonnaya brachiata* Lk. et Otto Ic. pl. sel. II. (1820) p. 25. — *Lindernia serrata* F. v. Müller Syst. Cens. I. (1882) p. 97.

Habitat in Asia austro-orient., ins. Arch. Ind. et Nova Hollandia.

15. *I. clausa* Urb. — *Lindernia clausa* F. v. Müll. Fragm. VI. (1868) p. 102. — *Bonnaya clausa* F. von Müller Msc. in Benth. Flor. Austr. IV. (1869) p. 499.

Habitat in Australia.

Dubiae sedis: 16. *I. alterniflora* Urb. — *Bonnaya alterniflora* Wright in Sauv. Flor. Cub. 101. — Habitat in Cuba.[1])

In einem ausgezeichneten Aufsatze[2]) hat MAXIMOWICZ auf Grund sorgfältigen Studiums der Literatur und der Exemplare der Petersburger botanischen Anstalten den überraschenden Nachweis geführt, dass die bis dahin allgemein anerkannte Gattung *Lindernia* einzuziehen und mit der älteren Gattung *Vandellia* zu vereinigen sei, weil *Lindernia Pyxidaria* All. (*Vandellia Pyxidaria* Maxim.) nur eine kleinblüthige Form von *Vandellia erecta* Benth. sei und weil beide durch viele Uebergänge mit einander verbunden seien: „corolla in *Lindernia* calyce brevior v. aequilonga, pallide carnea labio inferiore flavescente v. albido-rosea, et brevi tantum spatio diei aperta est, in *Vandellia erecta* vero calycem superans v. sesquilongior, pallide violacea et maculata et semper aperta"; er fügt jedoch hinzu: „Nihilominus hic *Linderniae* genus adhuc seorsim enumero, quia inter transitus varios supra enumeratos lacunae aliquae supersunt, quas explere botanicis europaeis quam maxime commendo." Diese Ansicht wird auch von BENTHAM[3]) mit den Worten:

---

[1]) Bei einer Durcharbeitung der Arten auf Grund von reichhaltigerem, namentlich blüthenreichem Material ist auf das Vorkommen resp. Fehlen einer Discusschuppe, welche das Ovarium einseitig umgiebt, und die ich bei einigen Arten vorfand, bei anderen nicht constatiren konnte, zu achten. Ich wagte es nicht, einer diesbezüglichen Untersuchung das wenige Blüthenmaterial des Berliner bot. Museums zu opfern.

[2]) Mélang. biol. in Bull. de l'Acad. imp. de St. Petersburg IX. (1874) p. 414 bis 419.

[3]) Gen. Plant. II. 955.

„*Lindernia*, uti demonstrat Maximowicz, est forma quasi cleistantha *Vandelliae erectae*“, acceptirt. Später kam Franchet in einem kurzen Artikel[1]) auf die *Lindernia* zurück, machte darauf aufmerksam, dass 2 Arten von Corollen bei ihr vorkämen, und schilderte das Verhalten der kleineren (viel häufigeren) Kronen sehr zutreffend.[2]) Wenn er aber in der Lippenbildung beider Arten von Corollen einen auffallenden Unterschied finden will und behauptet, dass die Lippen der geschlossen bleibenden Blüthen sehr wenig ungleich seien, so beruht das zweifellos auf einer ungenauen Beobachtung dieser sehr schwierig zu analysirenden Objecte.[3]) Bei den kleinen Blüthen von *Lindernia* ist die Oberlippe im Umriss bald dreieckig, bald fast quadratisch, von der Spitze her mehr oder weniger tief eingeschnitten (aber nie bis zum Schlunde); sind die zwei Lappen einander genähert und spitz, so resultirt der dreieckige Umriss; stehen sie mehr von einander ab und sind sie stumpfer, so ergiebt sich die viereckige Configuration; an Länge sind sie ungefähr den Seitenlappen der Unterlippe gleich. Diese letztere nun hat eine ganz andere Gestalt: drei im Umriss rundliche oder kurz ovale Lappen, von denen jeder die gesammte Oberlippe an Umfang fast erreicht, von denen der mittlere etwas weiter vorsteht, weil er etwas höher inserirt (oft auch etwas länger) ist, sind bis zum Schlunde von einander getrennt. Die Lippen der kleinen geschlossen bleibenden Blüthen sind also ganz in derselben Weise, natürlich unter Berücksichtigung der localen Abweichungen, ausgebildet, wie die der grossen geöffneten; am besten sieht man das an den seltenen Exemplaren, welche beide Blüthenformen besitzen, also in einer Pflanze *Lindernia pyxidaria* und *Vandellia erecta* darstellen.[4]) Keiner der genannten Autoren aber hat die beiden Blüthenformen vom biologischen Gesichtspunkte aus gewürdigt.[5]) Erinnern wir uns an *Ilysanthes gratioloides*, so leuchtet ohne Weiteres ein, dass wir hier ein ganz analoges Auftreten von chasmogamen und kleisto-

---

1) in Bull. Soc. bot. de France. XXVII. (1880) p XXII.

2) Letztere sind übrigens schon von Krocker (Flor. Sil. II. a 1790 p. 399), der die Pflanze als neue Gattung beschreibt, vortrefflich charakterisirt: „Corolla ab initio calyce minor, sensim attollitur, . . . germini etiam maturo saepe adhuc adhaerescit, vix lineam dimidiam longa.“ Es folgt dann die genaue Beschreibung der Lippen, welche in der Knospenlage verbleiben: „in meis saltem nunquam evoluta labia vidi, etsi multis et variis diebus floribus invigelaverim.“

3) Auch die andere Bemerkung, dass die kleinen Corollen am Schlunde immer kahl seien, ist nicht zutreffend. Unter 8 Blüthen verschiedener Exemplare (von verschiedenen Standorten) fand ich bei 4 eine Anzahl sehr wohl entwickelter papillenförmiger Haare am Schlunde. Ueber die von Franchet auf Grund des Vorkommens und Fehlens jener Haare aufgestellten Varietäten *glabra* und *papillosa* will ich aus Mangel an hinreichendem Material mir kein Urtheil erlauben.

4) Franchet äussert sich nicht darüber, ob er beide Blüthenformen an demselben Exemplare beobachtet hat.

5) Auch Bentham's Worte „quasi cleistantha“ sind nur ein kürzerer Ausdruck für die oben angeführte Maximowicz'sche Charakteristik von *Lindernia Pyxidaria*.

gamen Blüthen vor uns haben: *Lindernia pyxidaria* ist jedoch nicht eine kleistogame Form von *Vandellia erecta*, sondern die *Vandellia pyxidaria* Maxim. blüht in der gemässigten Zone Europa's und Asiens meist kleistogam, selten an demselben Exemplare kleisto- und chasmogam, und vielleicht[1]) in Süd- und West-Europa und Ostasien in manchen Exemplaren neben zahlreicheren kleistogamischen nur chasmogam, in Vorderindien aber (wie die Exemplare des Berliner Museums ausweisen) ausschliesslich auf letztere Weise.

Die Pflanze ist indessen nicht nur auf die nördliche Halbkugel der alten Welt beschränkt, sondern sicher auch in Australien einheimisch. Wenigstens unterscheiden sich die mir vorliegenden Exemplare von *Vandellia alsinoides* Benth. (von A. DIETRICH am Brisbane river gesammelt) ganz und gar nicht von *V. pyxidaria*, sie haben abstehende und nicht zurückgekrümmte Fruchtstiele, wie sie BENTHAM[2]) von *V. alsinoides* angiebt. Ueber das biologische Verhalten kann ich jedoch aus Mangel an weiterem Material nur mittheilen, dass auch diese Exemplare kleistogam blühen, mit Korollen freilich, welche die Kelchzähne an Länge überragen; die losgelöste, schon emporgehobene Blumenkrone ist völlig geschlossen; die 4 Antheren kleben der Narbe auf das Innigste an. Dürfte man die viel längeren Griffel an Früchten derselben Pflanze als Anzeichen von chasmogam gewesenen Blüthen ansehen[3]), so hätten wir auch hier beide Blüthenformen an derselben Pflanze vereinigt.

Es wird nunmehr auch klar, warum die Autoren, welche die Pflanze von verschiedenen europäischen Lokalitäten her beschrieben, so abweichende Darstellungen von der Blumenkrone und den Geschlechtsorganen geliefert haben. Sehen wir von den Standortsmodificationen oder Formen verschiedener Länder, welche von MAXIMOWICZ schon ausführlich geschildert sind, ab, so mussten natürlich die Beschreibungen, je nachdem die Beoachter chasmogame oder kleistogame oder gar intermediäre Blüthen vor sich hatten, sehr verschieden ausfallen. So hatten die schon erwähnten Exemplare (bei Regensburg gesammelt) chasmogame Kronen, welche den Kelch um das Doppelte überragten und normal geöffnet waren; die Appendix war ziemlich lang, noch länger aber die zugehörigen stark gebogenen Filamente, deren Antheren oberhalb der Antheren der fast um das Doppelte kürzeren hinteren Stamina lagen; der sehr lange, fast gerade Griffel überragte die Antheren beträchtlich. Bei den kleistogamen Blüthen desselben Exemplars waren die Korollen bedeutend kürzer als die Kelchzähne, die Appendix sehr kurz, die vorderen geraden Filamente wenig länger als die hinteren schwach gebogenen, die Antheren lagen der Narbe des um das dreifache kürzeren geraden Griffels an. In beiden Fällen waren die Antheren frei. Ausser diesen beiden Formen fanden sich ebenfalls an demselben Exemplare noch intermediäre Blüthen mit kaum geöffneter, die Kelchzähne kaum überragender Korolle.

---

[1]) Beobachtungen an Ort und Stelle müssen genaueren Aufschluss darüber geben, auch über das Vorkommen sich intermediär verhaltender Blüthen, welche „eine nur kurze Zeit des Tages“ geöffnet sein sollen. Bisher wird man aber, wo sie sich vorfanden, nur die chasmogamen Exemplare eingelegt haben, die kleistogamen aber da, wo diese allein auftraten.

[2]) Flor. Austral IV. 497.

[3]) Die Kürze des Griffels ist durchaus nicht immer für die kleistogamen Blüthen charakteristisch, sondern es können vielmehr in solchen auch recht lange Griffel vorkommen; dann aber sind letztere, um die Narben zu den Antheren zu bringen, in derselben Weise eingebogen, wie ich es bei *Ilysanthes* beschrieben habe.

Wenn bei den asiatischen Pflanzen aber die Stamina fast immer mehr oder weniger stark gekrümmt sind, so dass die Antheren unter der Oberlippe paarweise zusammentreffen und gewöhnlich an einander kleben, während sie bei den mittel- und südeuropäischen Pflanzen frei sind, so erklärt sich dies vielleicht durch die Annahme, dass jene Pflanzen den Insekten in vollkommenerer Weise angepasst sind, als diese, welche, meist auf Sichselbstbestäubung angewiesen, gewöhnlich gerade vordere Filamente besitzen. Bringen letztere dann einmal behufs Wechselbestäubung grosse offene Corollen hervor, so wird das Androeceum nicht sogleich auch die zu vollkommenerer Ausnutzung des Pollens geeignetere Lage der Filamente und Antheren erhalten. Damit analog geht auch die Ausbildung der Anhängsel, welche sicher bei der Bestäubung eine Rolle spielen.

Es erübrigt noch die Frage, unter welchem Namen wir die besprochene Pflanze jetzt aufzuführen haben. Die einfachste Lösung derselben gab MAXIMOWICZ, welcher den ältesten Spezies- mit dem LINNÉschen Gattungsnamen verband und *Vandellia Pyxidaria* schuf; dieser Name wurde auch von BENTHAM[1]) und BOISSIER[2]) acceptirt und hat den Vorzug, dass er keine weiteren Umtaufen nöthig macht; allein er entspricht nicht den strengen nomenclatorischen Gesetzen. Diese Bedingung wird aber von dem Namen *Lindernia pyxidaria* All. erfüllt. ALLIONI hat seine Gattung im Jahre 1755, also nach dem Erscheinen der ersten Auflage von LINNÉ's Genera Plantarum (1737), welches die meisten Autoren als den Ausgangspunkt für die Benennung der Gattungen betrachten,[3]) in Rarior. Pedem. stirp. specim. t. 5 und 1766 in Misc. Taur. III. 178 publicirt; das Genus ist ausserdem als solches von LINNÉ (Mant. II. p. 154 n. 1315 a. 1771) anerkannt; wenn letzterer die amerikanische *Ilysanthes gratioloides* mit der *Lindernia pyxidaria* zusammenwarf, so ist das eben seine, nicht ALLIONI's Schuld. LINNÉ's Gattung *Vandellia* datirt dagegen erst aus dem Jahre 1767 (Mant. p. 12 n.

---

1) Gen. Plant. II. 955.

2) Flor. Orient. IV. 427.

3) A. de Cand. Nouv. Rem. sur la Nomencl. bot. 1883. p. 14.

1265). Acceptirt man nun den älteren ALLIONI'schen Namen, so hat das den grossen Uebelstand im Gefolge, dass sämmtliche *Vandellien* umgetauft werden müssen. Geht man aber rücksichtlich der Gattungsnomenclatur über das Jahr 1737 hinaus, so ist LINDERN's Name *Pyxidaria* (Tournef. Alsat. 156 a. 1728) und das spezifische Beiwort *procumbens* zu wählen, weil KROCKER[1]) im Jahre 1790 die (kleistogamisch blühende) Pflanze als *Anagalloides procumbens* beschrieben hat. Das ist von ASCHERSON und KANITZ[2]) 1877 auf Grund von MAXIMOWICZ' Darstellung geschehen, nöthigt aber auch wieder zur Umtaufe der *Vandellia*-Arten. Um eine solche Namensänderung meinerseits zu vermeiden, sehe ich mich genöthigt, die MAXIMOWICZ'sche Bezeichnung zu verwenden.

Auf die grosse habituelle Uebereinstimmung, ja selbst die nahe Verwandtschaft von *Vandellia pyxidaria* und *Ilysanthes gratioloides* ist schon von verschiedenen Autoren aufmerksam gemacht worden. Aeltere amerikanische Floristen haben sogar letztere geradezu mit ersterer identifizirt; eine Untersuchung der Blüthen auf die Ausbildung der vordern Stamina hätte freilich denselben sofort zeigen müssen, dass die amerikanische Pflanze mindestens spezifisch verschieden von der europäischen sei. Neuerlich hatte LLOYD[3]) noch auf einen anderen Unterschied in den Samen aufmerksam gemacht, welche er bei *Ilysanthes* als „oblongues, marquées (à un grossissement d'environ 40 diamètres) de plusieurs côtes, et, entre celles-ci, de sillons réguliers qui leur sont perpendiculaires“, bei *Vandellia* als „oblong-ovales, ridées-rugueuses et (par transparence) bordées de points cristallins“ nennt. Wenn er diesen Unterschied für sehr nützlich hält, auch fructificirende Exemplare richtig zu bestimmen, so mag das für die ganz spezielle Form von *Ilysanthes*, welche in Frankreich sich eingebürgert hat, und für die französische *Vandellia* richtig sein. Wenn man aber die Samen von Exemplaren zahlreicher Lokalitäten beider Arten mit einander vergleicht, so schrumpfen die Differenzen bedeutend zusammen. Was zunächst die Form betrifft, so existiren bei *Ilysanthes gratioloides* alle Uebergänge vom oblongen (3 mal länger als dick: Wisconsin leg. KUMLIEN n. 37, doppelt länger als dick: Illinois leg. WILLIAMS, Missouri leg. ENGELMANN, Texas leg. LINDHEIMER, Franz. Guyana leg. POITEAU) bis zum oval-cylindrischen (um die Hälfte länger als dick: St. Louis leg. ENGELMANN). Die Streifung ist in der That bei den meisten Exemplaren so wie beschrieben; bei anderen wieder (z. B. bei Illinois leg. WILLIAMS) treten die Längskanten kaum hervor, sind nicht stärker als die Querstreifen und wie diese, wenn auch deutlich ausgebildet, doch schwer sichtbar. Bei *Vandellia*

---

[1]) Flor. Sil. II. p. 398.

[2]) Cat. Corm. et Anthoph. Serb., Bosn. etc. p. 60.

[3]) In Bull. Soc. bot. de France. XV. p. 156.

pyxidaria sind die Samen allerdings oval oder oval-cylindrisch, kaum doppelt bis um die Hälfte länger als dick, die Längskanten treten nicht so stark hervor, in Folge dessen sind die Furchen seichter; auch die Querstreifen sind weniger deutlich, zuletzt oft etwas verschwommen, aber alles das nur in Rücksicht auf das Gros der *Ilysanthes*-Exemplare, während die Samen bei den Illinois-Pflanzen sogar noch zarter gestreift waren, als bei *Vandellia*. Das System der Streifung ist übrigens bei beiden Arten ganz dasselbe. Wir sehen also, ein durchgreifender Charakter existirt hier nicht. — Zwei andere Unterschiede zwischen den genannten Arten hebt Maximowicz[1]) hervor mit den Worten: „In corollis, quas examinavi ex America et Gallia (von *Ilysanthes gratioloides*) in staminibus anticis sterilibus a *Lindernia* (*Vandellia*) differentiam perspexi, praeter antheram deficientem, adhuc in eo, quod ab appendice glandulosa filamenti linea papillosa secus partem adnatam staminis sat longe decurrit, et filamentum sterile interdum omnino, appendix nunquam deficit, quum in *Vandellia* et *Lindernia* plane contrarium occurrit.“ Ich konnte das an den von mir untersuchten Blüthen nicht bestätigt finden. Wie bei *Ilysanthes*, so ist bei *Vandellia* die aus den vorderen Staubfäden herablaufende Linie mehr oder weniger tief, bei den kleistogamen Blüthen oft nur an der Spitze, mit Drüschen (und Papillen) bedeckt; bei *Ilysanthes* ist gerade wie bei *Vandellia* die Appendix bei den kleistogamen Blüthen oft auf eine kaum wahrnehmbare Schwiele reducirt, während das eigentliche Staminodium sich immer vorfindet. Ueberhaupt verhalten sich beide Arten nicht blos in den chasmogamen, sondern auch in den kleistogamen Blüthen täuschend ähnlich. Dieselben kleinen bleichen, die Kelchzähne für gewöhnlich bei weitem nicht an Länge erreichenden Kronen, welche sich hier wie dort auf dieselbe Weise abgliedern und in die Höhe gehoben werden, dasselbe Arrangement, dieselbe Ausbildung der vorderen Filamente (von den Antheren natürlich abgesehen).

Da also *Vandellia pyxidaria* und *Ilysanthes gratioloides* neben der verschiedenen geographischen Verbreitung sich nur durch das Vorhandensein und Fehlen der vorderen Antheren, und zwar in durchaus konstanter Weise, sowie in untergeordnetem Masse durch die etwas verschiedene Skulptur der Samen unterscheiden, so sind wir berechtigt anzunehmen, dass gerade zwischen diesen beiden Arten der Ausgangspunkt für die Entwickelung der Gattung *Ilysanthes* liegt. Man könnte noch entgegenhalten, dass ganz in derselben Weise sich *Ilysanthes* (*Bonnaya*) *verbenaefolia* aus *Vandellia angustifolia* und *I.* (*Bonnaya*) *grandiflora* aus *V. pedunculata* entwickelt hätten, wenn man Bentham's[2]) Ausdruck, dass jene Arten beziehungsweise „vix nisi staminibus di-

---

1) Mélang. biol. in Bull. de l'Acad. de St. Petersb. IX. (1874) p. 421.

2) In DC. Prodr. X. 417.

stinctae" seien, nur auf das Vorhandensein oder Fehlen der Antheren beziehen wollte. Wäre das der Fall, so müsste man alle 3 Gattungen: *Vandellia*, *Ilysanthes* und *Bonnaya* entweder in eine zusammenziehen[1]) und in dieser Gattung jene Arten neben einander stellen oder alle drei bestehen lassen. Es sind aber, was alle Autoren verschweigen, die Differenzen in den Staubblättern bei den genannten Arten sehr tiefgreifende. Die Antheren der hinteren Stamina haben bei den *Vandellia*-Arten lange Schwänze unter den Fächern (basale Fortsetzungen des Connectivs); bei *Ilysanthes* (*Bonnaya)* findet man davon keine Spur. Die vorderen Stamina haben dort ein kurzes gerades cylindrisches Anhängsel, über dessen Basis das fertile Filament abgeht; hier fehlt jede Spur von Filament, während das Anhängsel sich sehr stark entwickelt hat, oberwärts gekrümmt oder eingerollt, unterwärts sehr verbreitert und, soweit man aus aufgekochten Blüthen schliessen kann, an der verbreiterten Stelle einseitig angewachsen ist. Ausserdem sind dort die Antheren paarweise mit einander verwachsen oder an einander klebend, hier frei. Von einer unmittelbaren Verwandtschaft, von einer Abstammung der genannten *Ilysanthes*- (*Bonnaya*-) Arten aus den entsprechenden *Vandellia*-Spezies durch Abort der vorderen Antheren, wie ich es für *I. gratioloides* und *V. pyxidaria* nachgewiesen zu haben glaube, kann also nicht die Rede sein.

Eine andere generische Anordnung der Arten der in der Ueberschrift genannten Gattungen auf Grund der Nervatur der Blätter, wie sie Hooker[2]) vorschlägt, ist desshalb nicht annehmbar, weil zwischen den parallel- und fieder-nervigen Blättern alle Uebergänge vorhanden sind; es würde nach diesem Prinzipe auch *Vandellia pyxidaria* zu *Ilysanthes* zu bringen sein.

---

1) Dies scheint F. v. Müller zu wollen, welcher *Vandellia*, *Bonnaya*, *Ilysanthes*, *Torenia* p. p., *Tittmannia* p. p. unter dem Namen *Lindernia* vereinigt und dementsprechend die australischen Arten umtauft (Syst. Cens. I. 97); schon in seinen Fragm. VI. (1868) p. 101—102 hatte er dasselbe gethan, aber in anderer Umgrenzung, indem er *Vandellia crustacea* Benth. nach R. Brown's Vorgange zu *Torenia* brachte. Leider führt er weder hier noch dort die Gründe für sein Verfahren an.

2) Flor. Brit. Ind. IV. p. 283.

62. Hermann Dingler: Korrelative Vorgänge in der Gattung Phyllanthus, ihre wahrscheinlichen Ursachen und naheliegende Folgerungen.

(Vorläufige Mittheilung.)

Eingegangen am 20. November 1884.

Wir sehen bei der Gattung *Phyllanthus*[1]) eine eigenthümliche Erscheinung. Die Seitenaxen derselben, die ursprünglich, wie die Hauptaxen, mehr oder weniger orthotrop und multilateral gebaut waren, werden mit zunehmender Neigung gegen den Horizont mehr und mehr bilateral und die ganzen Sprosse oder vielmehr Sprosssysteme nehmen unter fortwährender Abnahme des Längenwachsthums die Gestalt von gefiederten Blättern an. Von den Sprossen dritter Ordnung erhält sich nur noch ein einziger auf der Oberseite der Basis der im übrigen bilateral gewordenen Sprosse oder Sprosssysteme zweiter Ordnung. Dieser letzte übrig gebliebene Spross an der Basis ist ein Beispross, und zwar ein Bereicherungsspross, welcher die dauernde Verzweigung der Pflanze vermittelt. Grösse und Lebensdauer seines Muttersprosses erfahren dabei eine bedeutende Aenderung, d. h. werden reduzirt.

Noch weiter vorgerückt, sehen wir die Umänderung der Sprosse zweiter Ordnung bei den Arten der Sektion *Xylophylla*. Dabei erhält sich hier ebenfalls noch der Bereicherungszweig an der Basis. Die Flachsprosse der *Xylophylla*-Arten entstehen auf korrelativem Wege nach Verschwinden der Blätter, jedoch nicht direkt, wie man wohl annehmen könnte, sondern erst, nachdem die Blattspreiten des Hauptstammes selbst auf korrelativem Wege reducirt waren und der einmal eingeleitete Prozess von der Hauptaxe auf die Seitenaxen fortgeschritten war. Das primäre war nicht das Verschwinden der Blätter, sondern die Umbildung der Seitensprosse.

Fragen wir uns nach den Gründen dieser Umbildung, so zeigt sich, dass die bilaterale und dorsiventrale Ausbildung bis zu einem gewissen Grade, wie schon Sachs ausgesprochen hat, mit der geneigten Stellung zum Horizonte Hand in Hand geht. Als beeinflussende Kräfte können im vorliegenden Falle, wo wir Feuchtigkeit und direkte Berührung ausschliessen dürfen, nur Licht und Schwerkraft, welche hier offenbar einseitig einwirken, angenommen werden. Durch eine Reihe von Forschern ist bereits der Einfluss von Licht und Schwere auf Wachsthum und Zelltheilung sicher gestellt worden.

---

[1]) S. Dingler: „Die Flachsprosse der Phanerogamen.“ Vergleichend morphologisch-anatomische Studien mit besonderer Berücksichtigung des Gefässbündelsystems. I. Heft. *Phyllanthus sect. Xylophylla.* Mit 3 lithogr. Tafeln. München, bei Th. Ackermann, 1884.

Eine noch so geringe, dauernd einseitige Beeinflussung muss schliesslich einen Effekt haben. Ausserdem wird der Seitenspross eines senkrechten Hauptsprosses, wenn er auch zuerst fast senkrecht stand, nachdem er einmal aus der Gleichgewichtslage gegen die genannten Kräfte, zunächst gegen die Schwere, herausgerückt ist, in sehr vielen Fällen, wie wir es ja sehen, dem natürlichen Zuge der Schwere folgen und sich mehr und mehr neigen müssen. In demselben Masse wird sich die einseitige Einwirkung des Lichtes und der Schwerkraft auf Wachsthum und Zelltheilung bis zu einem Maximum steigern.

Bei *Phyllanthus* scheinen mir nun gewisse Anhaltspunkte für die Annahme gegeben zu sein, dass die ursprünglich fast aufrechten, spiralig beblätterten, der Hauptaxe gleichgestalteten, und wie diese Blüthenstände tragenden Seitenaxen sich unter dem Einfluss von Licht und Schwere — letzterer sowohl auf die Zelltheilungen als auf die ganzen Organe — zu bilateralen und dorsiventralen Organen umbildeten.

Durch Korrelation werden einerseits die Blätter des Hauptstammes, als nunmehr überflüssig, nicht mehr ausgebildet und andererseits durch vermehrte Assimilationsthätigkeit und gleichzeitige Ersparniss an Nährmaterial das Wachsthum des Hauptstammes gefördert, der auf diesem Wege nun rein vegetativ wird.

Aehnliches sehen wir auch sonst häufig. In einer überaus grossen Zahl von Fällen finden wir geneigte bilaterale Seiten- und vertikale multilaterale Hauptaxen. Wir sehen alle Uebergänge, vom unbegrenzten, noch spiraligen Seitenspross bis zum bilateralen und dorsiventralen mit ausserordentlich reduzirtem Längenwachsthum. Von letzteren Formen bis zum echten Blatt ist, äusserlich wenigstens, nur mehr ein sehr kleiner Schritt. Man kann sich ferner der Einsicht nicht verschliessen, dass, wie ebenfalls Sachs betonte, begrenztes Längenwachsthum und bilateraler Bau und unbegrenztes Längenwachsthum und multilateraler Bau in einem gewissen Connex stehen. Stärkere oder schwächere Ernährung liegt dem verschiedenen Längenwachsthum nun wirklich zu Grunde Hierfür sprechen viele altbekannte Thatsachen und ich will darunter blos an die gärtnerische Beschneidungskunst erinnern. Danach könnte vielleicht die verschiedene Ernährung einen Einfluss auf die multilaterale oder bilaterale Ausbildung haben. Es könnte aber auch umgekehrt der Fall sein, dass der geänderte Wachsthumsmodus das primäre und in Folge dessen der Nahrungsverbrauch ein geringerer ist. Endlich bleibt noch als drittes die Möglichkeit, dass die geneigte Lage das bedingende ist und sowohl die geminderte Ernährung als auch die bilaterale Ausbildung verursacht. Letzteres scheint mir nun das wahrscheinlichere und ich will bezüglich der Ernährung blos daran erinnern, dass die Gärtner bei der Obstbaumzucht einen Spross, der nicht zu kräftig wachsen soll, in horizontaler Lage befestigen. Der statistische Nachweis, dass in der grossen Mehrzahl der Fälle Bilateralität und geneigte oder horizontale Lage zusammenstimmen, dürfte die andere Annahme ebenfalls einigermassen zu stützen geeignet sein.

Selbstverständlich ist mir durchaus nicht unbekannt, dass eine nicht geringe Zahl von Ausnahmen existirt, beispielsweise, dass auch bei vertikaler Stellung bilaterale Ausbildung möglich ist, wie bei manchen *Phyllanthus*-Arten selbst, oder dass bei horizontaler oder schiefer Lage multilaterale Ausbildung sich erhält. Es lassen sich jedoch a priori verschiedene Gründe denken, welche solche Ausnahmen, wenn auch noch nicht vollständig erklären, so doch soweit begreiflich zu machen geeignet sind, dass ihre Beweiskraft gegen die hier vorgebrachte Anschauung bedeutend abgeschwächt wird. Beispielsweise will ich nur einen Grund für, wie es scheint, mangelnde Aenderungsmöglichkeit bestimmter Gestalten anführen. Es ist eine bereits erlangte Starrheit der äusseren Form in Folge äusserer Hüllen der Organe, Abscheidung inkrustirender Substanzen etc. Dieser Grund würde in das Kapitel der wie überall, so auch hier, eine sehr grosse Rolle spielenden Nachwirkungen früherer, jetzt verschwundener äusserer Ursachen gehören.

Ebenso lässt sich hierfür das von Nägeli in seinem epochemachenden Werke: „Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre“ vertretene Gesetz, dass eine einmal eingeleite Bewegung ihren Fortgang nehmen müsse und nicht willkürlich gehemmt werden könne, geltend machen.

Wenn nun bilaterale Ausbildung und Reduktion des Längenwachsthums der Seitenaxen unter solchen Einwirkungen entstanden sind, was liegt näher, als die Annahme, dass das phanerogame Blatt selbst seine Entstehung einem ähnlichen Vorgange verdankt? In Nägeli's bereits genanntem Werke ist die Entwicklung der Formen der heutigen Phanerogamen mit ausserordentlicher Klarheit und Anschaulichkeit vorgetragen. Wenn wir nun hier dieselbe Beeinflussung der Ausbildung seitlicher Glieder durch Licht und Schwerkraft annehmen, wie wir sie oben sahen und wie sie sicherlich stattgefunden haben muss, so hätten wir damit ein allgemein wirkendes, bewegendes Agens für einen wichtigen Theil der weiteren Ausgestaltung.

Korrelativ zu der Umbildung der seitlichen Sprosse oder vielmehr verzweigten Sporogoniensysteme, wie sie Nägeli wohl mit Recht annimmt, in sporangientragende Blätter wuchs das vertikal gerichtete Sporogonium durch Beförderung seines Wachsthums in Folge direkt und indirekt vermehrter Nahrungszufuhr vegetativ aus und bildete einen unbegrenzt fortwachsenden Hauptstamm.

Bei der weiteren Ausbildung stellten die seitlichen Sporogoniensysteme zuerst ihre Aussprossungen in eine Horizontale, d. h. zweizeilig und verbreiterten sich dann selbst nach und nach unter Reduktion der peripherischen Sprossungen auf korrelativem Wege. Nur an ihrer Basis erhielten sie sich eine, in der Regel einzige Sprossung, die ebenfalls durch korrelativ vermehrte Nahrungszufuhr, wie der Hauptstamm, vegetativ wurde und heute den typischen, fast nie fehlenden phanerogamen Achselspross darstellt.

Dass bei der Bildung der Blätter noch weitere korrelative Verhältnisse mitwirkten erscheint nicht unwahrscheinlich, wie ja die Höherentwicklung der Sporogoniengeneration ebenfalls ein korrelativer Vorgang ist, welcher auf der „Aufsaugung“ der Moosgeneration durch erstere beruht.

Der Achselspross des phanerogamen Blattes ist nach meiner Auffassung durchaus analog dem Bereicherungszweig, wie wir ihn sehr häufig am Grunde mehr oder weniger differenzirter, meist kurzlebiger Sprosse von begrenztem Wachsthum sehen, wo die untersten Internodien mit ihren Blattanlagen und Achselknospen durch Stauchung, d. h. Nichtausbildung ausserordentlich reduzirt und dicht an den Hauptstamm gerückt sind. Entstanden ist er, wie der unbegrenzt wachsende Hauptstamm durch Vegetativwerden auf korrelativem Wege, in Folge Umwandlung der seitlichen Verzweigungssysteme durch Licht und Schwere in Blätter, indem er ebenfalls durch starke Verkürzung der Basis seiner Abstammungsaxe dicht an den Hauptstamm gerückt wurde. Dass sich gerade ein Spross der Oberseite erhalten hat, erklärt sich aus der meist zu beobachtenden Begünstigung der vertikalen oder annähernd vertikalen Sprosse bei der Ernährung, wie wir schon sahen. Also trotz der bedeutenden Umwandlung des phanerogamen Blattes in seiner peripheren Partie, hat es an seiner untersten, heute meist in den Stamm eingesenkten Basis sich noch Sprossnatur erhalten. Aehnlich verhalten sich aber nicht nur die verschiedenen differenzirten Seitensprosse, sondern bis zu einem gewissen Grade die Hauptsprossen selbst. Während die oberen Theile mehr oder weniger dem Einflusse äusserer Agentien unterliegen, erhält sich der ursprüngliche Zustand an der Basis am längsten. Während der obere Theil der *Phyllanthus*-Arten mit differenzirten Seitensprossen nur solche erzeugt, erzeugt die Basis des Keimstengels unveränderte orthotrope multilaterale Seitensprossen.

Nach meiner Auffassung geht also die typische Umbildung der vegetativen Region der Phanerogamen, soweit sie nicht durch sonstige Beeinflussung von diesem einfachsten Wege abgelenkt wird, folgendermassen vor sich: Immer neue Umbildung der peripherischen Sprosse durch äussere Agentien und Ersatz aus sich erhaltenden basalen Aussprossungen, die dann wieder umgewandelt werden. Die ursprünglichen Verhältnisse erhalten sich an der Basis der Sprosse, namentlich an der des Hauptsprosses länger, weil diese in der Knospe oder im Embryo am längsten gegen die direkte Einwirkung der äusseren Agentien geschützt ist. Die Basis entwickelt sich am frühesten, und zwar unter dem Schutze der Hüllen u. s. w. Die peripherischen Theile sind dagegen am meisten den äusseren Angriffen ausgesetzt.

Bei der ursprünglichen Ausbildung aus verzweigten Sporogoniensystemen war der Gang naturgemäss vollkommen, oder nahezu vollkommen parallel, bei der Weiterentwicklung dagegen sind immer mehr Wege der Ausbildung und der Ablenkung von dem ursprünglichen Typus möglich.

Um zum Schlusse nochmals auf den Achselspross des phanerogamen Blattes zurückzukommen, so ist derselbe nach meiner Ansicht sogar ein Beweis für die Herkunft desselben von einem verzweigten seitlichen Sprosssystem. —

Eine Anzahl von Beweisen für das hier vorgetragene findet sich in meiner eingangs in der Anmerkung angeführten Abhandlung. Für die Bedeutung der Korrelation stütze ich mich neben meinen eigenen Beobachtungen auf die Thatsachen der gärtnerischen Beschneidungskunst, die Experimente Göbels, sowie die von Sachs vorgebrachten Thatsachen. Weitere Beweise werde ich baldigst nachliefern.

---

63. M. Fünfstück: Thallusbildung an den Apothecien von Peltidea aphthosa (L.) Ach.

(Mit Tafel XI.)

Eingegangen am 27. November 1884.

Herr Dr. Arnold in München übermittelte mir eine Anzahl Exemplare von *Peltidea aphtosa* (L.) Ach. von verschiedenen Standorten, deren Apothecien, wenn sie einen gewissen Grad der Ausbildung erreicht hatten, auf der Rückseite mit kleinen, runzlichen Thallusschüppchen bedeckt waren. In wie weit das Auftreten dieser Schüppchen bei genannter Flechte ein constantes ist, vermag ich nicht zu entscheiden, indess konnte ich das Vorhandensein derselben an allem Material constatiren, was mir seitdem sehr reichlich zu Gebote gestanden hat. Auf den ersten Augenblick ist man geneigt, jene Schüppchen für das Product der Weiterentwickelung angeflogener Gonidien zu halten. An jugendlichen Apothecien dagegen fehlen diese Thallusschüppchen stets: Auf dem Querschnitt durch ein solches schüppchenloses Apothecium bemerkt man dafür unterhalb der Frucht im Markgewebe vereinzelte Gonidiennester, die, abweichend von den normalen Thallusgonidien heller gefärbt und grösser erscheinen; solche Gonidiencolonieen mögen deshalb wohl auch hie und da für Cephalodien gehalten worden sein. Dass wir es im vorliegenden Falle weder mit Bildungsproducten angeflogener Gonidien, noch mit Cephalodien zu thun haben, sondern, dass jene Gonidiennester der normalen Gonidienschicht des Thallus entstammen und sich unter günstigen Bedingungen allmälig in jene Schüppchen umwandeln, soll im Nachstehenden nachgewiesen werden. —

Füisting[1]) fand bei *Polyblastia (Stigmatomma) catalepta* Ach. in der jungen Fruchtanlage, wenn sie sich noch als ein Faserknäuel ohne jede Differenzirung darstellte, stets zahlreiche Gonidien eingeschlossen. Solche Gonidien stimmten zunächst in Form, Grösse und Farbe mit den normalen Thallusgonidien vollkommen überein. Er fand, dass solche Gonidienisolirungen zu Stande kommen, indem die die Perithecienentwickelung einleitenden Verästelungen im Thallus an mehreren, einander benachbarten Punkten gleichzeitig beginnen und die zwischen den Verästelungen befindlichen Gonidien mechanisch einschliessen. Durch die weitere Differenzirung der Frucht gelangen bei *Polyblastia catalepta* Ach. die eingeschlossenen Gonidien in das Hymenium und in den Perithecienhohlraum und erfahren auf dem Wege dahin erhebliche morphologische Veränderungen. Nylander[2]) führte für die so veränderten Gonidien die Bezeichnung „Hymenialgonidien" ein, doch weder er, noch später Füisting und Winter unterzogen die Bedeutung derselben für die Entwickelungsgeschichte der Flechten einer näheren Untersuchung. Erst Stahl[3]) legte durch seine Untersuchungen an *Endocarpon pusillum* etc. die biologische Bedeutung der Hymenialgonidien klar. Die genannten Forscher fanden übereinstimmend, dass alle in die Frucht eingeschlossenen Gonidien zu Grunde gingen, wenn sie nicht zu Hymenialgonidien werden konnten. In neuester Zeit fand dagegen Krabbe[4]) bei *Cladonia fimbriata* L., dass solche in der Frucht isolirte Gonidien nicht immer absterben, sondern „das erste Material zu den Schüppchen liefern, mit welchem späterhin, wie mit einem Mantel, das ganze Podetium umkleidet wird. Auch kann man die Bildung solcher Schüppchen, an welchen nicht selten, wie am Thallus, Rinden- Gonidien- und Markschicht zur Entwickelung kommen, von einem Gonidium an, welches von einer Hyphe umsponnen ist, durch alle Stadien hindurch bis zur Differenzirung in jene drei Schichten verfolgen.“

---

[1]) W. Füisting, Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Lichenen. Botan. Zeit. 1868.

[2]) Nylander: Synopsis methodica lichenum. T. I. p. 47.

[3]) Stahl: Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Flechten. Heft II Leipzig 1877.

[4]) G. Krabbe: Entwickelung, Theilung und Sprossung einiger Flechtenapothecien. Inaug.-Dissert. Berlin 1882. p. 15 und 16.

Die Beobachtungen Krabbe’s von *Cladonia fimbriata* lassen sich mit ganz unwesentlichen Modificationen auf *Peltidea aphthosa* übertragen, auch in unserem Falle steht die Bildung der Thallusschüppchen an den Apothecien in engem Zusammenhange mit der Differenzirung der Frucht. Streng genommen müssten deswegen eigentlich jene Thallusbildungen als ein Bestandtheil der Frucht angesehen werden. — Wie ich bereits früher nachgewiesen habe (Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Flechten S. 13), entstehen bei *P. aphthosa* die Apothecien unmittelbar unter der Gonidienschicht, abweichend von allen Arten der nahe verwandten Gattung *Peltigera*, mit welcher viele Lichenologen die Gattung *Peltidea* auch jetzt noch vereinigen. Durch das lebhafte centrifugale Wachsthum der jungen Fruchtanlage einerseits, der apothecialen Rindenschicht andererseits wird die dazwischen liegende Gonidienschicht auseinandergezogen. Ein grösserer Gonidiencomplex (Taf. XI, Fig. 1c) begrenzt die Fruchtanlage nach aussen zu; er verdankt seine Entstehung dem Umstande, dass die Endparthie der Gonidienschicht, mit welcher jener Complex identisch ist, von Anfang an nicht senkrecht über der jugendlichen Fruchtanlage sich befand, sondern seitlich nach aussen. Man sieht bald über das ganze Ascogongewebe vereinzelte Gonidien und Gonidiengruppen verstreut, deren Farbe weniger intensiv grün erscheint, als diejenige der normalen Thallusgonidien. Bei der Bildung der ascogenen Hyphen gerathen durch die mechanischen Folgen der Wachsthumsvorgänge in der Fruchtanlage die isolirten Gonidien in das lockere Markgewebe unterhalb der Frucht, nur ganz vereinzelte Gonidien werden im ascogenen Hyphengewebe festgehalten, wo sie absterben und später nur noch mit Mühe als völlig durchsichtige Kügelchen erkannt werden können. Die im Markgewebe unter den Apothecien befindlichen isolirten Gonidien zeigen als erstes Merkmal ihrer Weiterentwickelung eine lebhafte Vermehrung durch Theilung; je nach dem Entwickelungsstadium der Frucht gewahrt man unter der ganzen Breite derselben mehr oder weniger grosse Gonidiennester, vereinzelte Gonidien sind nicht mehr aufzufinden. In Taf. XI, Fig. 2 sind diese Verhältnisse auf einem Querschnitt durch ein, in seiner Entwickelung ziemlich vorgerücktes Apothecium dargestellt. Die einzelnen Gonidien dieser Colonieen sind zunächst noch, abweichend von den durch die gleichen Wachsthumsvorgänge entstandenen Hymenialgonidien, den normalen Thallusgonidien in Form, Farbe und Grösse vollkommen gleich. Jedoch im weiteren Verlaufe ihrer Entwickelung tritt sowohl in Bezug auf Grösse und Färbung eine vorübergehende Wandlung ein, worauf erst weiter unten näher eingegangen werden wird. Ihre kugelige Gestalt dagegen verändern diese Gonidien niemals. Verfolgen wir jetzt die

Weiterentwickelung unserer Gonidiencolonieen. Dadurch, dass einerseits die äusseren, die Frucht nach abwärts abgrenzenden Markhyphen stetig absterben, andererseits die zwischen der Frucht und den Gonidiennestern befindlichen vegetativen Hyphen ein lebhaftes Wachsthum zeigen, werden die isolirten Gonidienparthieen immer näher an die Peripherie des Apotheciums gerückt. Je näher die einzelnen Gonidiengruppen an diese Grenze rücken, desto mehr ist die Tendenz der Hyphen zu erkennen, um die Gonidien ein dichteres Gewebe zu bilden. Immer ist nach aussen, dem Lichte zu, das Gewebe dichter als nach innen. Die Hyphen werden immer reichlicher septirt und gehen schliesslich zur Bildung einer vollständig normalen, mehrschichtigen, pseudoparenchymatischen Rinde über (Taf. XI, Fig. 2R). Damit ist die Ausbildung eines vollständig normalen Thallusschüppchens zu Stande gekommen mit Rinden- Gonidien- und Markschicht. Taf. XI, Fig. 4 stellt einen Querschnitt durch ein solches zartes Thallusschüppchen dar. Die Grösse solcher Schüppchen ist ganz erheblichen Schwankungen unterworfen. Während einzelne nur mikroskopisch wahrnehmbar sind, erreichen andere wieder eine Grösse von mehreren Millimetern. Die in Taf. XI, Fig. 1c dargestellte Gonidiengruppe vollendet zuerst ihre Umwandlung in ein Thallusschüppchen und zwar wohl ohne Zweifel deshalb, weil sie den kürzesten Weg nach dem Rande der Frucht zurückzulegen hat; ihr folgen der Reihe nach die übrigen Gruppen, nach Massgabe ihrer Entfernung von der Peripherie.

Wir glauben somit den endogenen Ursprung der betrachteten Thallusbildung dargethan zu haben, indem wir die Entwickelung derselben von der ersten Isolirung der Gonidien an bis zur vollständigen Differenzirung in Rinden- Gonidien- und Markschicht verfolgt haben. Wir sind überzeugt, dass solche Thallusbildungen im Zusammenhange mit der Apothecienentwickelung eine, wenn auch nicht allgemeine, so doch eine weit häufigere Erscheinung sind, als man vielleicht auf den ersten Augenblick anzunehmen geneigt ist.

Ueber die Bedeutung dieser Thallusbildungen für den Haushalt der Flechte habe ich keine positiven Anhaltspunkte ermitteln können.

Schliesslich seien noch gewisse, constant wiederkehrende Wachsthumserscheinungen und Farbenveränderungen der Gonidien und einige damit zusammenhängende Fragen einer kurzen Erörterung unterzogen. Wie schon oben angedeutet wurde, zeigen die isolirten Gonidiencolonieen im Verlaufe ihrer Umwandlung in die besprochenen Thallusgebilde bemerkenswerthe Veränderungen in ihren Beziehungen zu dem umgebenden Hyphengewebe und in Bezug auf ihre Färbung und Grösse. Je tiefer nämlich die Gonidiennester, vorausgesetzt, dass sie sich bereits bis zu einem gewissen Grade entwickelt haben, sich im Innern des Markgewebes befinden, desto grösser und blasser grün gefärbt erscheinen die einzelnen Gonidien. In dem Masse, in dem später die

Gonidiengruppen nach der Peripherie vorrücken, erscheinen die Algen lebhafter grün und nehmen an Grösse ab, bis sie sich in den vollständig ausgebildeten Thallusschüppchen von den normalen Thallusgonidien in keiner Weise mehr unterscheiden. Nach einer privaten Mittheilung Krabbe's machte dieser Autor an *Sphyridium* ganz dieselbe Beobachtung über diesen Gegenstand. Bemerkenswerth erscheint mir ferner die Thatsache, dass, so lange die Gonidiennester sich tief im Innern des Markes befinden, zwar ein lebhaftes Wachsthum der Gonidien und der benachbarten Hyphen stattfindet, dagegen eine Verdichtung des Hyphengewebes um die isolirten Gonidien nicht deutlich in die Erscheinung tritt. Taf. XI, Fig. 3 veranschaulicht eine Gonidiengruppe aus dem Innern des Markes, wo ein Sichanlegen der Hyphen an die Algen noch nicht deutlich ausgesprochen ist. Je mehr aber eine solche Colonie nach aussen, also an das Licht tritt, desto mehr tritt die Tendenz der Hyphen zu Tage, die Algen fest zu umschliessen, bis endlich nach aussen die Hyphen eine typische Rinde bilden. Für die Beziehungen der Hyphen zu den Algen scheint die Assimilationsthätigkeit der letzteren von massgebendem Einflusse zu sein. Genauere Untersuchungen über diesen Gegenstand, die sehr wünschenswerth wären, liegen meines Wissens nicht vor. Beobachtungen über den Einfluss des Lichts auf das Wachsthum der Hyphen sind schon vielfach gemacht worden, speciell für die Flechten in letzter Zeit, von Stahl[1]) und Krabbe[2]). Beide Forscher fanden, dass das Licht von verzögerndem Einflusse auf das Wachsthum der Hyphen ist. Krabbe beobachtete an *Baeomyces* an Standorten, die nur spärlich dem diffusen Tageslicht zugänglich waren, eine ausserordentliche Streckung des Stieles und schreibt dieses überaus lebhafte Wachsthum dem Mangel an Licht zu.

Endlich mag noch die Beobachtung Erwähnung finden, dass abgestorbene Gonidiengruppen, so oft solche constatirt werden konnten, sich immer ungefähr hinter der Mitte bereits ausgebildeter Schüppchen vorfanden, also an Stellen, die dem Lichte am wenigsten zugänglich waren. Ob die fortgesetzt mangelhafte Beleuchtung wirklich das Zugrundegehen der Gonidien bewirkt, vermag ich nicht zu entscheiden. Krabbe[3]) machte an *Gyrophora vellea* L. eine ähnliche Beobachtung.

Es ist eine eigenthümliche Erscheinung, dass die besprochenen Thallusbildungen an den Apothecien von *P. venosa* nicht aufzutreten scheinen. In einer früheren Untersuchung habe ich nachgewiesen, dass die beiden Arten der Gattung *Peltidea* in Bezug auf Anlage und Differenzirung der Frucht auf das genaueste übereinstimmen; es müssten

---

1) l. c. p. 18 ff.
2) l. c. p. 14.
3) l. c. p. 30.

demnach auch bei *Peltidea venosa* derartige Thallusbildungen vorkommen. Hier wie dort findet in gleicher Weise die Lostrennung und Isolirung der Gonidien statt, bei *Peltidea venosa* scheinen sie aber immer zu Grunde zu gehen, ich habe wenigstens niemals eine bemerkenswerthe Weiterentwickelung derselben constatiren können. Einen genügenden Grund für diese Thatsache weiss ich nicht anzugeben.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Querschnitt durch eine junge Fruchtanlage; *a* Ascogongewebe, *r* apotheciale Rindenschicht, *c* eine durch die Fruchtentwickelung entstandene grössere Gonidienisolirung 110/1.

Fig. 2. Theil eines Querschnittes durch ein älteres Apothecium mit bereits vollständig ausgebildeten Thallusschüppchen. Weiter rückwärts liegen noch in der Entwickelung begriffene Gonidiencolonien. *R* Rinde. 110/1.

Fig. 3. Gonidiengruppe aus dem Innern des Markes. 600/1.

Fig. 4. Theil eines Querschnittes durch ein ausgebildetes Schüppchen mit vollkommen entwickelter Mark-, Gonidien- und Rindenschicht. 350/1.

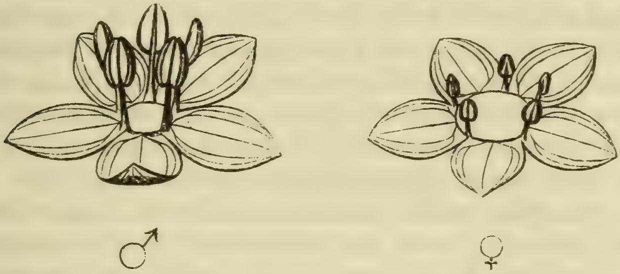
64. Carl Müller: Ueber Dimorphismus der Blüthen von Sambucus australis Cham. et Schltdl.

Eingegangen am 28. November 1884.

Die vor einiger Zeit von mir vorgenommene Untersuchung des *Sambucus australis* behufs Bearbeitung dieser Species für die Martius-Eichler'sche Flora brasiliensis förderte mehr bemerkenswerthe morphologische Details als ich von vornherein erwarten konnte. Es soll hier nur eines derselben, der Dimorphismus der Blüthen der genannten Species besprochen werden.

Gleich beim Aufkochen der ersten für die Analyse bestimmten Blüthen zweier aus Cordoba (Argentina) stammenden, von Hieronymus gesammelten Exemplare bemerkte ich, dass die sich von den übrigen Blüthentheilen beim Kochen ablösenden radförmigen Blumenkronen von zweierlei Grösse erschienen. Die einen bilden einen zierlichen fünfspaltigen Petalenstern, jedes Petalum ist eiförmig, zugespitzt und vereinigt sich mit den beiden ihm benachbarten nur in den Winkeln, in welchen die mit den Petalen alternirenden fünf Stamina inserirt sind. Ein Tubus fehlt der Korolle fast gänzlich, der Kranz der Petalen lässt in seiner Mitte ein noch nicht einen Millimeter im Durchmesser haltendes kreisrundes Loch. Die mit eiförmigen wohlentwickelten extrorsen Antheren versehenen Stamina dieser Blüthen erreichen in ihrer Gesammtlänge noch nicht die Länge der Petalen. Ihre Filamente sind etwa von halber Länge derselben, sie sind kräftig, cylindrisch ein wenig nach aussen sich neigend.

Die zweite Art von Blumenkronen zeigt etwas kürzere, daher entsprechend breiter erscheinende eiförmige, gleichfalls zugespitzte Petalen und bilden diese einen Stern, dessen centrale kreisrunde Oeffnung über einen Millimeter Durchmesser hält. Die Oeffnung ist etwa 1½ mal so gross wie die in den vorerwähnten Corollen. Auffälliger aber ist der Unterschied der Stamina gegen die vorher besprochenen. Hier erscheinen nur kümmerliche Antheren, kaum von einem Viertel der Grösse der vorigen,1) die auf schwachen Filamenten aufsitzen, die noch nicht ein Viertel der Petalenlänge erreichen.



Dimorphe Blüthen von *Sambucus australis*. Vergr. $4^1/_2$: 1.

Der Vergleich beider Blüthenformen regte sofort den Gedanken eines zweckentsprechenden Dimorphismus der vorliegenden Blüthen an. An Heterostylie war in diesem Falle nicht zu denken, da die Blüthen des *Sambucus australis* auf einem unscheinbaren epigynen Discus fünf, einen zierlichen Stern bildende sitzende Narben tragen; es lenkte sich daher die Vermuthung dahin, dass diese *Sambucus*-Art, ähnlich wie es von *Evonymus europaeus* und anderen Pflanzen durch Darwin vorzüglich bekannt geworden ist, einen auf Diclinie hinzielenden Dimorphismus zeigt, den man als Gynodioecie bezeichnet hat.

Diese Vermuthung wurde durch weitere Argumente leicht zur Gewissheit erhoben. Zunächst fand ich unter dem mir zu Gebote stehen-

---

1) Ein Viertel der räumlichen Grösse; die Länge der kleinen Antheren ist etwa halb so gross wie die der grossen.

den Herbarmaterial Exemplare mit reichlichem Fruchtansatz. Alle Blüthen solcher Exemplare zeigten die zuletzt erwähnten Korollen mit verkürzten, kümmerlichen Staminen. Auch zeigten einige Fruchtexemplare am Gipfel einiger reifenden Früchte noch die Korolle anhaftend. Auch hier liess sich die kümmerliche Antherenbildung konstatiren. Es war dadurch schon mit fast genügender Evidenz nachgewiesen, dass die Blüthen mit Korollen der zuletzt beschriebenen Art als weiblich funktionirende, die mit wohlentwickelten Filamenten und grossen Antheren ausgestatteten als männlich funktionirende anzusehen sind.

Ich hielt es jedoch für angemessen, noch weitere Argumente, wenn möglich, ausfindig zu machen, welche die Gynodioecie ganz sicher stellen sollten. Zunächst untersuchte ich die wohlentwickelten Antheren bezüglich ihres Polleninhaltes. Sie zeigten sich mit Pollen gleichsam vollgepfropft. Die Pollenkörner sind trocken schmal ellipsoidisch mit drei tiefen, meridian verlaufenden Furchen. In Wasser quellen sie zu Kugelgestalt auf und zeigen nun eine eigenthümliche Ausbildung ihrer Exine. Da wo am trockenen Pollenkorn die tiefen Furchen liegen, erscheinen drei schmale, meridian über die Kugel verlaufende glatte Flächen von der Form eines sphärischen Zweiecks, dessen Spitzen in zwei gegenüberliegenden Polen der Kugel liegen. Die mit ihnen alternirenden Flächenabschnitte, die also wiederum zwischen denselben Polen verlaufende sphärische Zweiecke darstellen, sind mit dicker Exine bedeckt, deren Oberfläche grob netzig-verbundene Verdickungsleisten trägt. Die Knoten des Maschennetzes sind besonders stark entwickelt. Die Oberfläche wird durch diese Skulptur fast netzig-grubig. Von den Polen aus betrachtet, nach welchen sich die meridianen Bänder der Exine hin erstrecken, sieht man die drei mit Verdickungen besetzten Exineabschnitte über den Gesammtumriss hervortreten, die glatten Abschnitte liegen etwas vertieft zwischen ihnen. Der Inhalt des Pollenkornes erschien den drei im trockenen Zustand tief einschneidenden Furchen entsprechend im optischen Querschnitt dreilappig.

Aus den auf kurzen Filamenten getragenen Antheren konnte ich immer nur eine geringe Anzahl von Pollenkörnern herauspräpariren. Diese Antheren sind also nahezu steril.[1]) Die ihnen entstammenden Pollenkörner zeigen gleichfalls die Differenzirung der Exine in 3 + 3 meridiane Bänder, von denen die drei, den Furchen des trockenen Kornes entsprechenden mit dünner Exine belegt sind. Die mit ihnen alternirenden Felder mit stark verdickter Exine entbehren jedoch jeden Skulpturschmuckes ihrer Oberfläche. Nehmen wir Kreuzung durch Insekten an, so würden diese glatten Pollenkörner zum Transport jedenfalls schlechter geeignet sein, wie die mit rauhen Flächen aus den fertilen Antheren. So bestätigen also die Pollenkörner in quantitativer

---

1) Auch scheint es mir, als ob sich diese Antheren gar nicht öffnen.

und qualitativer Beziehung unsere Auffassung von der Verschiedenheit der Funktionen beider Blüthenformen.[1])

Dass in den männlich functionirenden Blüthen die Oeffnung in der Corolle bedeutend kleiner ist, als in den Corollen der zweiten Art, mag gleichfalls als Argument für meine Deutung des Dimorphismus gelten. Es scheint mir diese Thatsache darauf hinzuweisen, dass in den ersteren Blüthen die Bildung des Gynaeceums etwas zurücksteht, die fünf Narben nehmen eine kleinere Fläche ein, als in den Blüthen, deren Corolle eben wegen der umfangreicheren Bildung des Gynaeceums mit weiterer centraler Oeffnung erscheint.

Ob die männlich funktionirenden Blüthen überhaupt zur Samenproduction unfähig sind, kann natürlich nur durch Beobachtung des *Sambucus australis* in seiner Heimath endgültig festgestellt werden. Jedenfalls zeigten aber alle reichlich Fruchtansatz verrathenden Inflorescenzen des Herbarmateriales Corollen mit kurzen Staubblättern, was, wie oben erwähnt, selbst an Exemplaren mit reifen Früchten theilweis noch zu beobachten war.

Dass der hier behandelte Dimorphismus an dem frischen Materiale zum mindesten auffällig ist, scheint mir aus der Beobachtung von Chamisso hervorzugehen, der auf seiner Reise zuerst die in Rede stehende *Sambucus*-Species in Talcaguano (Chile) sammelte und später, als neu beschrieb. In dem Originalaufsatz finde ich[2]) die Angabe: „Stamina in flore nondum perfecte evoluto breviora, dimidiam corollam[3]) aequantia", jedenfalls ein Beweis für die scharfe Beobachtungsgabe des Dichters. Die richtige Deutung des Verhältnisses blieb Chamisso natürlich unbekannt; jedenfalls liegt eine Abhängigkeit von dem Entwickelungsgrade der Blüthen nicht vor, wie es ja die Corollen der Fruchtexemplare nachweisen.

Interessant musste es erscheinen, ob die Neigung zu dioecischer Ausbildung auch bei anderen *Sambucus*-Arten zu beobachten ist. Ich untersuchte deshalb zunächst eine grosse Anzahl von Blüthen von *Sambucus nigra* L., die ich bei dem jetzt unmöglich zu beschaffenden frischen Materiale vom Drogisten bezog. Ich konnte bei vielen Blüthen kürzere Filamente constatiren, jedenfalls scheint mir aber das Verhältniss bei *Sambucus nigra* minder evident zu sein und bedarf der weiteren Prüfung, die ich im kommenden Jahre vornehmen werde. Während die Evidenz bei *Sambucus nigra* abnimmt, wird das Verhältniss des

---

[1]) Nach Baillon's Angabe (Hist. des pl. VII, pag. 360, Anm. 2) giebt bereits v. Mohl bezüglich des Pollens an (Ann. sc. nat. sér. 2, III. p. 324): „Le pollen est ovoïde, trois plis; dans l'eau sphérique à trois bandes, avec trois papilles (*Viburnum, Sambucus*)."

[2]) A. de Chamisso et D. de Schlechtendal: De plantis in expeditione speculatoria Romanzoffiana observatis, in Linnaea 1828, p. 140.

[3]) Wohlgemerkt „stamina", nicht „filamenta".

Dimorphismus zu völliger, ausgeprägtester Dioecie bei *Sambucus chinensis* Lindl.[1]), dessen Diagnose (l. c.) lautet: „floribus monoicis, femineis apetalis cyathiformibus carnosis.“ Die weiblichen Blüthen entbehren hier also völlig einer Corolle. Dies coincidirt sichtlich mit dem Verhalten der Blüthen von *Sambucus australis*, auch hier nimmt ja die Masse der Corolle mit weiterer Oeffnung, etwas kürzeren Petalen und verkümmernden Staubblättern merklich ab. Was also in *Sambucus australis* angedeutet ist, ist in *Samb. chinensis* perfect geworden.

Im Uebrigen wirft die Subdioecie und die Dioecie der *Sambucus*-arten ein weiteres Licht auf die den *Sambuceen* nahe stehenden *Valerianaceen*, ich erinnere nur an die bekannten Blüthenverhältnisse der *Valeriana dioica* L., die ja auch nicht rein dioecisch ist.

Die von *Sambucus australis* besprochenen Verhältnisse dürften durch die beigegebenen Holzschnittfiguren genügend erläutert werden.

---

1) cf. de Candolle, Prodr. IV. p. 322.

Sitzung vom 30. Dezember 1884.

Vorsitzender: Herr A. W. Eichler.

Als ordentliches Mitglied ist vorgeschlagen:

Herr **L. Krug**, Konsul a. D. in Berlin W., Königin-Augustastrasse 14 (durch Urban und Eichler).

Zu ordentlichen Mitgliedern werden proklamirt die Herren:

Fisch, Dr. **C.** in Erlangen.
Pfeifer, Dr. **Franz Xav.** in Dillingen.
Schütt, Dr. in Göttingen.
Lengerken, **A. von** in Hann. Münden.

Zu ausserordentlichen Mitgliedern werden proklamirt die Herren:

Feist in Göttingen.
Weber, Dr. **Carl** in Prenzlau.
Troschel, Dr. **Innocenz** in Berlin.

Der Vorsitzende theilt mit, dass am 22. Dezember 1884 Herr **C. von Effner**, königl. Hofgartendirektor in München verstorben sei und widmet demselben einen warmen Nachruf.

Mittheilungen.

65. L. v. Hohenbühel-Heufler: Zur Entdeckungsgeschichte von Doassansia Alismatis (Fr.) eigentlich (Nees in Fr.)

Eingegangen am 2. Dezember 1884.

C. Fisch hat in seiner schönen Abhandlung: Entwickelungsgeschichte von *Doassansia Sagittariae* (Berichte unserer Gesellschaft II. S. 405—416) mitgetheilt, die seit längerer Zeit bekannte Form der Gattung *Doassansia* sei von Fries entdeckt und als *Perisporium Alismatis* beschrieben worden, und hat als Belegstelle Fr. Systema mycolog. III. 252 angeführt (S. 406). Als Nährpflanze dieser Ustilagineen-Art nennt derselbe später nur *Alisma Plantago*.

Fries hat jedoch diese Art weder entdeckt noch, wie es scheint, jemals selbst gefunden; auch war ihm nicht *Alisma Plantago*, sondern *Alisma natans* als Nährpflanze bekannt.

Hiegegen hat Nees *Doassansia Alismatis* entdeckt, jedoch nicht auf Blättern von *Alisma Plantago*, sondern auf Blättern von *Alisma natans*, und ihr den Namen *Sclerotium Alismatis* gegeben. Wann Nees diese Entdeckung gemacht habe und wo, ist unbekannt, jedenfalls nicht nach 1822 und wahrscheinlich bei Bonn, wo er um jene Zeit Professor war. Fries hat nämlich in der im Jahre 1822 erschienenen ersten Section des zweiten Bandes seines Systema mycologicum, S. 257 in der Tribus Erumpentia des Genus *Sclerotium* Neesens Entdeckung mit folgenden Worten veröffentlicht:

„*S. Alismatis*, gregarium, pusillum, glabrum, fuscum, primo maculae expallidae tecto-immersum, demum erumpens.

S. Alismatis-Nees!

Habitus Stigmeae, Sphaeriarum generis, sed substantia omnino Sclerotii. Macula indeterminata, exarida, pallida. Ad folia subvirentia Alismatis natantis (v. s.).“

Daraus geht unzweifelhaft hervor, dass Fries nur auf Grund getrockneter, von Nees aufgesammelter Exemplare diese Art in sein System aufnahm. Nees hat sie aber zuerst gefunden, als neu bestimmt und benannt, Fries hat diese Thatsachen durch den Beisatz „*S. Alismatis* Nees!“ anerkannt. Von den gebräuchlichen Regeln der

Nomenclatur, welche Alph. de Candolle codificirt hat, passt auf vorliegenden Fall die Regel „Lorsque un nom inedit a été publié en l'attribuant a son auteur, les personnes, qui le mentionnent plus tard doivent ajouter le nom de celui qui a publié, exemple: Leptacaulis Nuttall in DC. — Oxalis lineata Gillies in Hooker" (A. de Candolle, nouvelles remarques sur la nomenclature botanique. Genève 1883. p. 72, article 50). Es wäre also *Doassansia Alismatis* (Nees in Fr.) und nicht *Doassansia Alismatis* (Fr.) zu schreiben.

Da in dem oben citirten Texte von Fries der Gattungsname *Stigmea* vorkommt, welcher, wie es scheint, in keinem Index oder Nomenclator der Pilze zu finden ist, so wird es nicht überflüssig sein, hier zu bemerken, dass Fries dieses Genus in der Flora scanica, S. 347 aufgestellt, hierfür aber in der Summa vegetabilium Scandinaviae S 421 anstatt dieses Namens den Namen *Stigmatea* angenommen hat, was aus dem dortigen Citat „Fr. Fl. Scan." hervorgeht, wobei er allerdings die ohne Zweifel wegen grammatischer Verbesserung geschehene Formänderung des Namens mit Stillschweigen überging.

Im Jahre 1829 hat Fries im dritten Bande des Systema mycologicum, S. 252 die gleiche Art als *Perisporium Alismatis* mit folgenden Worten aufgeführt:

„*P. Alismatis*, emergens, glabrum, fuscum, macula indeterminata effusa expallente. — S. M. 2. p. 257.

Simillimum priori", (*P. alienum*) „sed hoc magis sclerotiaceum est, intus compactius, nec evacuatum. Macula folia exarido oritur. Ad folia subvirentia Alismatis natantis. Nees; autumno. (v. s.)"

Die Citate „S. M. 2. p. 257" und „Nees" erweisen, dass Fries hiermit das frühere *Sclerotium Alismatis* gemeint habe.

Auf *Alisma Plantago* hat Lasch *D. A.* zuerst entdeckt und an Rabenhorst mitgetheilt, welcher sie in der im Jahre 1844 erschienenen sechsten Centurie des von ihm fortgesetzten Herbarium vivum mycologium von Klotzsch mit der Schedula:

„553. *Dothidea Alismatis n. sp.* In foliis semivivis *Alism. Plant.* Lasch."

veröffentlicht hat, wie aus dem beziehentlichen Exemplar meines Herbars entnommen werden kann. Aus dem Beisatze „n. sp." ist ersichtlich, dass Lasch seinen Fund für eine neue Art gehalten hat. Wo Lasch seine *Dothidea Alismatis* gesammelt habe, ist auf der Schedula nicht angegeben, ich meine, deshalb nicht, weil derselbe die Gegend seines Aufenthaltsortes Driesen in der Neumark als selbstverständlichen Fundort voraussetzte.

Da C. Fisch a. a. O. *D. A.* nur auf *Alisma Plantago* angiebt, so scheint *D. A.* auf *Alisma natans*, später als von Nees nicht mehr gefunden worden zu sein. Auch ist nicht bekannt, dass die Neesischen Exemplare jemals mikroskopisch so untersucht worden seien, wie der jetzige Stand der Wissenschaft erfordert. Es ist daher, wenn man sehr genau sein will, erlaubt zu zweifeln, ob die von Lasch entdeckte *D.* auf *Alisma Plantago*, worüber ganz neue Untersuchungen vorliegen, wirklich mit der von Nees entdeckten *D.* auf *Alisma natans* identisch sei, weswegen es sehr wünschenswerth wäre, die *D.* auf *A. natans* wieder aufzufinden und frisch zu untersuchen.

Wallroth und Rabenhorst kannten zur Zeit der Veröffentlichung ihrer Kryptogamenflora Deutschlands (W. Fl. ex. Germ. II. 1883, p. 247; R. Kryptogamenflora I. 1884, p. 238) nur den Fund von Nees. Aus Scandinavien war im Jahre 1846 *D. A.* weder auf *Alisma natans* noch auf *Alisma Plantago* bekannt, weil sie in Friesens damals erschienener Summa Vegetabilium Scandinaviae nicht angeführt ist. Kirchner, und das ist die einzige mir bekannte Angabe aus Oesterreich-Ungarn, führt sie in seinem Aufsatze über die Pilze des Budweiser Kreises in der Zeitschrift „Lotos" VI. (1856) zuerst, S. 205, als *Dothidea Alismatis* Lasch, dann S. 244 als *Perisporium Alismatis* Fries auf. Der Text der ersten Stelle lautet:

„An der unteren Blattfläche von *Alisma Plantago* (bei Teplitz ziemlich häufig, doch in Böhmen bisher noch nicht aufgefunden)."

Der Text der zweiten Stelle:

„An Stengeln von *Alisma Plantago* L. (Blanskogebirge)."

G. Winter hat in seinem noch unvollendeten Werke „die Pilze Deutschlands, Oesterreichs und der Schweiz", bei den Ustilagineen im ersten, 1884 zu Ende gekommenen Bande, *D. A.* und die ganze Gattung *D.* mit Stillschweigen übergangen, weil er zur Zeit, als er die Ustilagineen bearbeitete, von der im August 1883 erschienenen Abhandlung von Cornu (Bull. soc. bot. de France, laut C. Fisch a. a. O.) von der richtigen Stellung der in Rede stehenden Art im Pilzsystem, noch keine Kenntniss haben konnte.

Schliesslich bemerke ich, Westendorp habe in „Les Cryptogames classées d'après leurs stations naturelles. Gand. 1851", S. 43, auf den Blättern von *Alisma Plantago* als in Belgien gefunden eine *Depazea Alismatis* West. in Herb. angeführt, welche meines Wissens nicht weiter bekannt ist und bei Untersuchung der beziehentlichen Exemplare im genannten Herbarium sich wahrscheinlich als *D. A.* erweisen dürfte.

66. K. Schliephacke: Pottia Güssfeldti, ein neues Laubmoos.

Eingegangen am 6. Dezember 1884.

Pottia Güssfeldti monoica? dense gregaria luteo-fusca gemmacea, modo vegetandi *Pottiae latifoliae* simillima; folia inferiora ovalia, superiora elongate-ovalia, omnia valde concava, sensim breviter acuminata immarginata, nervo flavido ante apicem evanido, cellulis laevissimis pellucidis echlorophyllosis superne rhombeo-quadratis, inferne laxioribus hexagono-rectangulis; perichaetialia majora ovato-lanceolata acuminata evanidi-nervia; theca in pedunculo tenaci perlongo flavido ovali-oblonga truncata, annulata, operculo subulirostro, eperistomata, sporis magnis verrucosulis.

Patria: In valle fluvii: Rio Negro in cordilleris Argentiniae. Januar 1883. thecis semimaturis. Dr. P. Güssfeldt.

Die männlichen Blüthen aufzufinden, ist mir bei dem beschränkten Material, welches mir zu Gebote stand, nicht gelungen. Die seitlich am fertilen Stengel stehenden kleinen Knospen erwiesen sich als weibliche Blüthen. In den frisch aus der Kapsel hervorgegangenen Sporen sieht man kleine durchsichtige Kügelchen von verschiedener Grösse, wahrscheinlich Oeltröpfchen, die jedoch später bei wieder aufgeweichten Sporen nicht mehr bemerkbar sind.

Mein hochverehrter Freund, Herr Dr. K. Müller, Hal., dem ich eine Probe mit dem Bemerken schickte, dass das Moos eine auffallende Verwandtschaft mit *P. latifolia* zeige, schrieb mir: „das Moos ist wirklich neu und vertritt in der That unsere *P. latifolia* der Alpen in schönster Weise. Es gehört mit vielen anderen Analogis der Argentinischen Alpen zum europäischen Moos-Typus und hat deshalb eine besondere Bedeutung.“

Von *P. latifolia* unterscheidet es sich durch die bräunlich-gelbe Farbe der nicht zwiebelförmigen, sondern mehr knospenförmigen Blattrosetten, durch die nicht abgerundet-stumpfen, sondern allmählig zugespitzten Blätter, durch doppelt so lange gelbliche Fruchtstiele, durch die Fruchtform und endlich durch den lang-pfriemlichen Deckel und das Fehlen des Peristoms. Ich erhielt das Moos von Herrn Professor Ascherson durch meinen Freund Warnstorf. —

Herr Venturi hat in Rev. bryol. 1883 No. 6 p. 95—96 über *P. latifolia* geschrieben und giebt mir die so nahe verwandte *P. Güssfeldti* Veranlassung, auf seine Ansichten hier einzugehen. Venturi pflichtet der Ansicht Lindbergs bei, dass das Peristom zur Abgrenzung natürlicher Gattungen nicht verwendbar sei, weil es ein in physiologischer Beziehung unbedeutendes Organ bilde und gründet auf die eigenartige Beschaffenheit der Blattzellen und des Blattnervs der *P. latifolia* eine neue Gattung *Stegonia*, welcher er folgende Merkmale beilegt:

Plantulae gregoriae pusillae. Folia cochleariformia imbricata, late ovata apice obtusa, sed pilo aut mucrone excedente ornata; nervus ad apicem productus; margo integer, planus, pagina dorsalis laevissima ex parietibus planis et incrassatis cellularum formata. Capsula ovata, erecto, cum operculo conico elongato. Annulus latus; peristoma ex 16 dentibus irregulariter fissis, filiformibus, papillosis, cum articulis elongatis. —

Schon beim ersten Anblick wird jeder Mooskenner die grosse Verwandtschaft der *P. latifolia* und *Güssfeldti* bemerken und dieselbe wird noch gesteigert durch den übereinstimmenden Zellenbau der Blätter. Die *P. Güssfeldti* würde also entschieden eine zweite Art der Gattung *Stegonia* sein, denn die von Venturi aufgestellte Grund-Charakteristik passt genügend auf sie, bis auf das fehlende Peristom.

Obgleich nun Venturi die Ansicht hat, dass das Peristom nicht gut zur Abgrenzung natürlicher Gattungen brauchbar sei, fügt er der Diagnose seiner neuen Gattung doch eine Beschreibung des Peristoms, welches sie besitzen soll, bei. Die *P. Güssfeldti* zeigt, dass es besser gewesen wäre, dies nicht zu thun.

Uebrigens kann ich mich mit Venturi's Vorgange nicht einverstanden erklären, denn wollten wir sein Princip consequent durchführen, so würden wir eine Unzahl Gattungen bekommen. Es giebt eine grosse Anzahl Arten, welche in ihren respectiven Gattungen genau ebenso auffallend eigenartig dastehen, wie *P. latifolia* im Genus *Pottia.*

Auch andere Autoren haben dem Fehlen oder Vorhandensein des Peristoms bei Abgrenzung der Gattungen keinen Werth beigelegt, was uns z. B., ohne weit zu schweifen, gleich das in Rede stehende Genus *Pottia* zeigt, dessen Arten theils kein, theils ein sehr unvollkommen entwickeltes, theils ein vollständig regelmässig ausgebildetes Peristom haben.

Wenn ich nun auch der Aufstellung der Gattung *Stegonia* nicht beipflichten kann, so halte ich doch dafür, dass der Typus der *P. latifolia* vollkommen zur Bildung einer eigenen Section der Gattung *Pottia* genügt. Bisher stellte man diese Art wegen des vorhandenen Mundbesatzes in die Section *Anacalypta* Röhl., während *P. Güssfeldti* wegen des fehlenden Mundbesatzes in die Section *Eupottia* verwiesen werden müsste. Beide Arten sind aber so innig verwandt, dass sie unmöglich in zwei verschiedenen Sectionen untergebracht werden können, weshalb es sich empfehlen dürfte, sie in eine neue Section zu vereinigen, für welche es unter den vorhandenen Umständen am passendsten sein dürfte, den Namen *Stegonia* zu wählen.

67. E. Heinricher: Ueber Eiweissstoffe führende Idioblasten bei einigen Cruciferen.

(Mit Tafel XII.)

(Vorläufige Mittheilung.)

Eingegangen am 15. Dezember 1884.

Gelegentlich der kurzen Skizze, die ich über den Bau des Blattes von *Moricandia arvensis* d. C. in der Abhandlung „Ueber isobilateralen Blattbau etc.“ [1]) gebe, wird das Vorkommen subepidermal gelegener Zellen mit charakteristischem Inhalt und von eigenthümlicher aber vielfach wechselnder Form erwähnt. Bei *Moricandia* sind, an Schnitten durch lebendes Material, für den Uneingeweihten diese Zellen kaum zu entdecken, da sie farblosen, wasserhellen Inhalt führen und selten so gross sind, um zwischen den assimilirenden Zellen und dem reichlich mit Luft erfüllten Intercellularsystem in die Augen zu springen. Wohl aber fallen sie dem Beobachter auf, wenn er Alkohol-Material untersucht; ihre Umrisse treten jetzt deutlich hervor und die vom übrigen, chlorophyllführendem Parenchym abweichende Gestalt wird leicht bemerkbar. Ihrem Inhalt nach sind die Zellen (Alkoholmaterial) weniger als distinct gekennzeichnet, da selbiger zu Körnern geronnen ist, die zwar wechselnde, aber im allgemeinen doch ähnliche Grösse wie die Chlorophyllkörner zeigen. (Vgl. Fig. 1 bis Fig. 4.)

Alle Reactionen weisen darauf hin, dass der Inhalt dieser Zellen wesentlich, wenn nicht ausschliesslich, aus Eiweisstoffen besteht.

Nach dem Kochen in Wasser erscheint der Inhalt der vordem lebenden Zellen geronnen, feinkörnig und bräunlich gefärbt. In ebensolchen Zellen tritt bei Behandlung mit Alkohol ein Gerinnen des Inhalts in wenige grosse, lichtbrechende Klumpen ein, also, offenbar ob des raschen Eindringens des Reagenz, in anderer Form als in dem Falle, da ganze Blattheile in Alkohol gelegt werden (vgl. oben). In Chlor-Zink-Jod werden die Zellen ebenfalls durch Gerinnung und die starke Lichtbrechung des Inhalts bemerkbar.

Kalilauge löst den Inhalt völlig. Die Trommer'sche Reaction weist keinerlei Zucker auf; die Zellen zeigen nach Vornahme dieser Reaction einen gleichmässig helltaubengrauen Farbenton. Stärke oder Gerbsäure liessen sich gleichfalls nie in den Zellen auffinden.

---

1) Pringsheim's Jahrb. f. wissenschaftl. Botanik, Bd. XV. Heft 3. p. 529.

Die Reaction mit Salpetersäure, speciell aber die mit Millon'schem Reagenz weist in präcisester Art auf Eiweissstoffe. Letztere Reaction ist es auch, welche uns nebst der später zu erwähnenden Pikrokarmintinction die besten Aufschlüsse über die Gestalt der Zellen giebt, indem dieselben durch die intensiv rothe Färbung in allen Theilen von den umliegenden Zellen distinct hervorgehoben werden. Diese Reaction lässt sich in gleicher Weise auf frisches wie auf Alkohol-Material anwenden. An frischem Material ist um das gleichmässig feinkörnig erscheinende, hier und da zu dichteren Ballen geronnene, rothgefärbte Plasma, in charakteristischer Weise ein schmaler Saum ungefärbten Plasmas vorhanden. Beim Alkoholmaterial tritt die Rothfärbung hauptsächlich an den grösseren und kleineren, durch das Gerinnen entstandenen, Körnern auf.

Auch durch Tinction mit Anilinfarben, besonders aber mit Pikrocarmin, treten diese Zellen ob des grossen Farbstoffspeicherungsvermögens, welches ihrem Inhalt zukommt, sehr deutlich hervor. —

Die Wandung der Zellen ist zart, manchmal anscheinend um geringes dicker als jene des umgebenden assimilirenden Gewebes. Die Zellen scheinen immer einkernig zu sein.

Bei *Moricandia* kommen diese Idioblasten auch in den Organen der Blüthe, mit Ausnahme der Petalen und Staminen, und im Stamme vor. Wahrscheinlich fehlen sie auch der Wurzel nicht, da sie aber im Stamme und in allen Blattgebilden bei dieser Pflanze nur subepidermal vorkommen, so ist es wahrscheinlich, dass es sich auch in der Wurzel so verhält; zur Zeit der Untersuchung dieser Organe standen mir aber nur solche mit zerstörter äusserer Rindenschicht zu Gebote, ich habe also wohl desshalb keine derartige Zellen in ihnen konstatiren können.

Nunmehr habe ich die gleichen Idioblasten auch bei *Diplotaxis tenuifolia* D. C., *Sinapis alba* L., *S. nigra* L. und *Brassica rapa* L. vorgefunden und es scheint demnach wahrscheinlieh, dass sie mindestens der ganzen Gruppe der Brassiceen zukommen.

Was die Grössen- und Formverhältnisse dieser Zellen betrifft, so sind erstere überall, letztere aber insbesondere bei jenen, die im Laube der *Moricandia arvensis* auftreten, äusserst wechselnd. Es genügt, diesbezüglich auf die Figur 5 (*a*—*e*) zu verweisen, welche eine Anzahl solcher Zellen in Flächenansicht, wie sie mit der darüber liegenden Epidermis bei einem Blattflächenschnitt gewonnen werden, giebt und die alle einem und demselben Blatte angehören.

Im Stamme der *Moricandia* wird die Gestalt der Zellen eine bestimmtere; hier erscheinen sie immer der Organachse paralell gestreckt, ihre Länge wechselt stark und kann selbst die eines Millimeters erreichen. (Fig. 7.)

Bei den übrigen 4 genannten Pflanzen, von denen ich bisher blos *Diplotaxis tenuifolia* genauer untersucht habe, tritt eine allen gemeinsame

Abweichung insofern ein, als diese Zellen nicht wie bei *Moricandia* blos subepidermal vorkommen, sondern auch und sogar vorwiegend innerhalb des assimilirenden Blattparenchyms und in den tieferen Schichten der Stamm- und Wurzelrinde (vgl Fig. 8 bis Fig. 10); ja bei *Diplotaxis tenuifolia* treten sie auch im Marke des Stengels zahlreich auf[1]).

Die Zellen erscheinen bei diesen Pflanzen auch im Blatte wesentlich auf die Schlauchform beschränkt. Im Marke von *Diplotaxis* kommen solche von ganz bedeutender Länge (2,7 *mm*) neben ganz kurzen, von den umgebenden Parenchym nicht oder kaum verschiedenen, vor (Fig. 11—13).

Es ist unschwer zu constatiren, dass den in Rede stehenden Idioblasten ein lange dauerndes actives Wachsthumsvermögen zukommt und, dass sich dieses wesentlich nach den Richtungen geringsten Widerstandes geltend macht. (Siehe die Figuren 6, 11, 12, 13.)

Wenden wir uns nach der kurzen Kennzeichnung dieser Zellen der Frage über ihre Bedeutung zu, so wird es wohl kaum zweifelhaft erscheinen und ist es für mich durch Beobachtungen ausser Frage gestellt, dass dieselben nicht als Excretbehälter aufzufassen sind. Schwerer aber wird die Entscheidung, ob wir in denselben specifische Eiweissstoffe bereitende Zellen oder Eiweissstoffe lokal speichernde erblicken sollen. Eine Bejahung im ersteren Sinne hätte etwas Verlockendes für sich, erscheint aber bei der vermuthlichen Beschränktheit dieser Zellen auf eine kleine Pflanzengruppe doch gewagt, so dass ich vor der Hand mehr zu der zweiten Auffassung hinneige.

Vielleicht gelingt es mir bei meinen künftigen Versuchen und Untersuchungen, welche mir nunmehr durch die Constatirung dieser Zellen bei einigen unserer gewöhnlichsten Pflanzen ermöglicht sind, einem begründeteren Ausspruche über die Function derselben nahe zu kommen.

In anatomisch morphologischer Hinsicht glaube ich diese Zellen am besten mit den Milchröhren in Verbindung zu bringen, unter deren Begriff ja ohnedies ein ziemliches Allerlei zusammen geworfen ist. Vielleicht darf man sich unsere Eiweissstoffe führenden Idioblasten direct als durch Reduction aus Milchröhren hervorgegangen denken, wobei allerdings mit der Reduction auch ein Functionswechsel verbunden gewesen wäre.

Keine der Pflanzen, bei welchen ich bisher diese Zellen nachgewiesen habe, milcht und wir sahen ja, dass Eiweissstoffe ihren jeden-

---

1) Genauere anatomische Details werden in einer a. a. O. im Laufe des kommenden Jahres erscheinenden Abhandlung niedergelegt werden, wo dann auch die Beziehungen der Eiweissstoffe führenden Zellen zu den umgebenden, dann zum Baue der Organe überhaupt und vielleicht auch die Erklärung für das auffällige, ausschliesslich subepidermale Vorkommen bei *Moricanda arvensis* gegeben werden sollen.

falls überwiegenden, wenn nicht ausschliesslichen, Inhalt bilden, während solche in den Milchröhren in sehr spärlicher Menge konstatirt sind[1]).

Allein für einen phylogenetischen Zusammenhang dieser Zellen mit den Milchröhren, scheint mir, abgesehen von morphologischen Eigenthümlichkeiten, die nahe Verwandtschaft der Cruciferen zu den Papaveraceen und die Abstufungen, welche die Ausbildung der Milchröhren in den Gattungen dieser Familie selbst zeigt, zu sprechen.

Denn wir werden von dem completten Milchröhrensystem der Gattungen *Papaver*, *Roemeria* und *Argemone* durch die Gattung *Chelidonium* hinübergeführt zu den Gattungen *Macleya*, *Glaucium*, *Sanguinaria*, bei denen wir keine Milchsaftgefässe mehr, sondern theils Milchzellen in anschliessend reihenförmiger Anordnung, theils isolirt im übrigen Parenchym vorfinden.

Die Eiweissstoffe führenden Idioblasten der Brassiceae nun sind in der Regel ebenfalls isolirt im übrigen Parenchym, doch finden sich ziemlich häufig 2—3 neben- (*Moricandia* Fig. 6) oder übereinander gelagert, oder selbst mehrere Elemente zu einer kurzen Zellreihe verbunden (Wurzelrinde von *Diplotaxis*). Auch schliessen bei *Sinapis alba* die hier meist lang schlauchförmigen, verzweigten Idioblasten häufig mit ihren Armen aneinander an (Fig. 14), während sich auch kürzere Zellen ohne Verband mit gleichartigen Elementen finden. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass bei anderen Species der 4 angeführten Gattungen sich noch weitere Uebergänge ergeben werden, welche einen engeren Verband der in Rede stehenden Zellen untereinander aufweisen.

Erklärung der Abbildungen.

Sämmtliche Figuren sind mit der Camera lucida entworfen und dann ausgeführt. Die Vergrösserung derselben ist (ausser bei Fig. 7) überall 220 fach.

Fig. 1—7. *Moricandia arvensis.*

„ 1—4. Die Eiweissstoffe führenden Zellen an Blattquerschnitten (Alkoholmaterial)

„ 5 (a—d) und Fig. 6. Form derselben Zellen in Flächenansicht (Schnitte parallel der Blattfläche). Fig. 5 (a—c), die Reaktion von frischem, Fig. 6 die von Alkoholmaterial bei Behandlung mit Millon'schen Reagenz.

„ 7. Die mit einem Stück Stengelepidermis mit abgezogenen, durch Millon-sches Reagenz sichtbar gemachten Idioblasten in ihrer Anordnung bei schwacher Vergrösserung gesehen.

„ 8—13. *Diplotaxis tenuifolia.*

„ 8—11. Die Eiweiss führenden Zellen in ihren verschiedenen Lagen an Blattquerschnitten.

„ 11—13. Dieselben Zellen im Stengelmarke.

„ 14. *Sinapis alba.* Eiweissführende Zelle aus dem Blatte; einer ihrer Arme ist abgeschnitten, an den unteren schliesst eine gleichartige solche Zelle an.

---

[1]) de Bary, Vergl. Anatomie der Vegetationsorgane, p. 194.

68. G. Haberlandt: Ueber Wasserleitung im Laubmoosstämmchen.

Eingegangen am 17. Dezember 1884.

Im 6. Hefte des I. Bandes dieser Berichte (1883) habe ich eine vorläufige Mittheilung „über die physiologische Funktion des Centralstranges im Laubmoosstämmchen“ veröffentlicht, in welcher auf Grund anatomischer Beobachtungen und physiologischer Experimente der Nachweis geführt wurde, dass der typisch gebaute Centralstrang des Laubmoosstämmchens wie der Seta ein Wasserleitungsgewebe darstellt. Ich wies darauf hin, dass im frischen Stämmchen von *Mnium undulatum*, dessen Centralstrang besonders schön und mächtig entwickelt ist, die Zellinhalte des in Rede stehenden Gewebes blos aus wässeriger Flüssigkeit bestehen, dass dagegen in nicht zu welken Stämmchen alle Zellen des Centralstranges, und nur diese, zum grössten Theil mit Luft erfüllt sind. Ich zeigte ferner, dass in einem frisch abgeschnittenem Stämmchen, dessen unteres Ende in eine wässerige Eosinlösung taucht, die letztere blos im Centralstrange, und zwar mit ziemlich grosser Schnelligkeit, emporsteigt. Die Rinde des Stämmchens ist durchsichtig genug, um den rothen Faden der Eosinlösung sehr deutlich mit unbewaffnetem Auge verfolgen zu lassen. Mit weitaus grösserer Schnelligkeit dringt die Eosinlösung im Centralstrange empor, wenn man ein sorgfältig aus dem Polster herausgelöstes Stämmchen vorerst welken lässt und dann unter der Eosinlösung entzweischneidet. Es ist dies der bekannte Höhnel'sche Versuch, dessen Gelingen in unserem Falle beweist, dass die im Centralstrange des welken Stämmchen enthaltene Luft in hohem Grade verdünnt ist. — Was die *Polytrichum*-Arten betrifft, so behauptete ich, dass blos der Cylinder aus dickwandigen, braungelben Zellen als Wasserleitungsgewebe fungire, während die angrenzende Hülle aus zartwandigen, englumigen Zellen ein rudimentäres, eiweissleitendes Leptom vorstelle. Auch in den Blattspursträngen des *Polytrichum*-Stämmchens konnte ich das Emporsteigen der Farbstofflösung, welches hier sogar rascher erfolgt, als im Centralstrang, deutlich beobachten.

Eine willkommene Bestätigung meiner Auffassung des Centralstranges als Wasserleitungsgewebe ist in Strasburger's „Botanischem Practicum“ enthalten (p. 302—310). Der genannte Forscher konstatirte gleichfalls, dass der Centralstrang von *Mnium undulatum* und *Polytrichum commune* keinen lebendigen Inhalt, sondern nur Wasser enthält. Die Blattspuren des letztgenannten Mooses, welche schliesslich Aufnahme in dem starken, centralen Leitbündel finden, bestehen aus Stärke- und aus wasserführenden Zellen. Die in der Rinde des Stämmchens blind endigenden Blattspuren von *Mnium undulatum* bestehen blos aus wasserleitenden Elementen. Auch Strasburger benutzte zu seinen Wasserleitungsversuchen eine Eosinlösung und beobachtete wie ich ein verhältnissmässig rasches Aufsteigen derselben im Centralstrange des *Mnium*-Stämmchens. Die blinde Endigung der Blattspuren in der Peripherie der Rinde erklärt Strasburger damit, dass hier nicht das Stämmchen den Blättern, vielmehr letztere der Stammrinde das nöthige Wasser zuzuführen haben. „Die Aufgabe des Centralstranges im Stämmchen dürfte wohl ebenfalls in der Versorgung der Stammrinde bestehen, ihm wohl aber vor Allem die Zufuhr des Wassers nach den Knospentheilen obliegen.“

In einer vor Kurzem erschienenen Inaugural-Dissertation von Fr. Oltmanns[1]) geht der Verfasser, nachdem er in eingehender Weise die capillare „äussere Leitung“ des Wassers an und in der Laubmoospflanze geschildert hat, p. 32—36 auch auf die „innere Leitung“ näher ein. Obwohl nun Oltmanns, wie vorauszusehen war, meine Angaben betreffs der Function des Centralstranges in der Hauptsache blos bestätigen kann, und gleichfalls angiebt, „dass der Centralstrang für Wasser eine bevorzugte Leitung besitzt“, so hat er es doch für nöthig befunden, fast alle meine Beobachtungen und Versuche im Einzelnen einer absprechenden Kritik zu unterziehen. Ich hoffe durch eine Erwiderung hierauf zur Klärung des Gegenstandes Einiges beizutragen.

Was die Versuchsmethoden betrifft, so bemängelt Oltmanns vor Allem die Anwendung einer Farbstofflösung zur Nachweisung der Wasserleitungsbahnen im Moosstämmchen. Er spricht sich hierüber auf p. 33 seiner Arbeit folgendermassen aus: „Wenn H. aus der Schnelligkeit, mit welcher die Färbung fortschreitet, auf die Geschwindigkeit der Wasserbewegung schliessen will, so hat er vergessen, dass Farbstofflösungen darüber im Allgemeinen keinen Aufschluss geben können.“ Das klingt recht belehrend, ist aber doch nur eine wenig überlegte Bemerkung. Wie lässt sich denn anders das hervorragende Wasserleitungsvermögen des Centralstranges direct demonstriren, als mittelst einer Farbstofflösung? Oltmanns weiss auf diese Frage keine Antwort zu geben, denn auf derselben Seite spricht er ganz in Kürze von seinen eigenen Versuchen, das Aufsteigen einer Farbstofflösung im Centralstrange betreffend, und auf p. 36 sagt er ausdrücklich, dass über die Kräfte, welche bei der Wasserleitung im Centralstrange wirksam sind, kein näherer Aufschluss zu erwarten sein wird, „so lange

---

1) Ueber die Wasserbewegung in der Moospflanze und ihren Einfluss auf die Wasservertheilung im Boden, Inaugural-Dissertation der Universität Strassburg (aus Cohn's Beiträgen zur Biologie der Pflanzen, IV. B., I. H.) Breslau 1884.

man nicht Analoga kennt, denen auf einem andern, als dem hier mit Farbstofflösungen eingeschlagenen und fast allein möglichen Wege besser beizukommen ist.“

Nach obigem Einwande fährt Oltmanns folgendermassen fort: „Dass es ausserdem unrichtig ist, die Wege, welche das Eosin nimmt, ohne Weiteres als die Wasserbahnen zu bezeichnen, geht daraus hervor, dass in H.'s Versuchen die Eosinlösung aus dem Centralstrang von *Mnium undulatum* in die Blattnerven überging. Die letzteren stehen aber mit dem Centralstrang nicht direct in Verbindung. Die Lösung musste also erst mehrere Parenchymzellen passiren, ehe sie an die Blätter kommen konnte und dürfte die ersteren getödtet haben, da ja fast regelmässig mit dem Eindringen derartiger Farbstofflösungen der Tod der Zelle erfolgt. Für die Wasserbewegung lassen sich daher aus diesen Versuchen durchaus keine Schlüsse ziehen.“ Das ist doch deutlich gesprochen; doch neun Zeilen weiter unten heisst es, nachdem der Verf. ganz flüchtig auf seine gleichfalls mit Farbstofflösungen angestellten Versuche hingewiesen: „Aus den Versuchen geht wohl soviel hervor, dass der Centralstrang für Wasser eine bevorzugte Leitung besitzt; dass auch die langgestreckten Zellen in den Blättern besser leiten als das umliegende Parenchym, wird man nicht bezweifeln. Der Blattnerv muss aber das nöthige Wasser aus dem Parenchym des Stammes entnehmen.“ Was von einer so widerspruchsvollen Kritik zu halten sei, dies zu entscheiden überlasse ich dem Urtheile des Lesers.

Oltmanns macht mir ferner einen Vorwurf daraus, dass ich die Versuche in einem Raume vornahm, dessen Luft so trocken war, dass die Pflänzchen schon während des Versuches auszutrocknen begannen. „Hätte H. dieselben in eine Atmosphäre gebracht, feucht genug, um sie turgescent zu erhalten, so hätte er ganz andere Werthe gefunden.“ Das will ich gerne glauben. Allein um den Nachweis zu erbringen, dass der Centralstrang das Wasser rascher leite, als das umgebende Rindengewebe, mussten selbstverständlich die äusseren Bedingungen des Versuches so gewählt werden, dass ein möglichst rasches Aufsteigen der Farbstofflösung im Centralstrange zu gewärtigen war. Oltmanns hat den so einfachen Sinn dieser Versuchsanstellung allerdings nicht recht aufgefasst.

Mit grösserem Rechte, als mir O. die Trockenheit des Versuchsraumes vorhält, darf ich die Behauptung aufstellen, dass der genannte Autor bei Wiederholung des Höhnel'schen Experimentes die *Mnium*-Pflänzchen viel zu sehr austrocknen liess. Der Versuch missglückte ihm und er erklärt dies auf p. 34 mit folgenden Worten: „Das Misslingen des Versuchs wird auch erklärlich, wenn man bedenkt, dass durch das Austrocknen des Stengels der Centralstrang derartig zusammenschrumpft, dass man auf Querschnitten die Zellwände kaum erkennt und vom Zelllumen meistens keine Spur mehr sieht." Ein anderer Beobachter hätte aus einem derartigen mikroskopischen Befunde sofort die entsprechende Consequenz gezogen, d. h. mit einem weniger trockenen Stämmchen den Versuch wiederholt. Da jedoch O. dies versäumt hat, so kann ich für das Misslingen des Versuches nicht verantwortlich gemacht werden.

Was meine Angaben betreffs des Baues und der Function des centralen Leitbündels der *Polytrichum*-Arten betrifft, so gebe ich zu, dass dieselben einer theilweisen Correctur bedürfen. Ich werde hierauf an anderer Stelle ausführlicher zu sprechen kommen und habe jetzt nur mehr auf zwei strittige Punkte näher einzugehen.

Bereits in der historischen Uebersicht (p. 12) sagt Oltmanns, ich hätte jedenfalls „streng unterscheiden müssen zwischen Moosen, die einen gut ausgebildeten Centralstrang besitzen, und solchen, bei denen derselbe nicht vorhanden, oder doch so rudimentär ist, dass man wohl nicht ernstlich an eine Leitung von Wasser in demselhen denken kann (z. B. *Dicranum Scoparium* und *Hylocomium triquetrum*)". Darauf habe ich zu erwidern, dass ich zu einer solchen Unterscheidung keine Veranlassung hatte, da ich mich blos mit der Function des typisch gebauten Centralstranges beschäftigte. Die Frage, in welcher Weise die Wasserversorgung bei jenen Laubmoosen vor sich geht, welche keinen oder nur einen „rudimentären" Centralstrang besitzen, lag selbverständlich ausserhalb des Bereiches meines Themas. Oltmanns hat übrigens versäumt, die anatomischen Kriterien jener Centralstränge anzugeben, welche so rudimentär sind, „dass man wohl nicht ernstlich an eine Leitung von Wasser in denselben denken kann". Die Kleinheit des Querschnittes, welchen O. im Auge zu haben scheint, kann doch keinen Grund abgeben, um dem betreffenden Centralstrange das Wasserleitungsvermögen abzusprecheen, ebensowenig als z. B. die Blattspuren eines schwächeren *Mnium*-Stämmchens, welche im Querschnitte oft nur aus 5—6 Zellen bestehen, als functionslos zu betrachten sind. Das Wasserleitungsvermögen dieser Blattbündel lässt sich mittelst Farbstofflösungen leicht nachweisen[1]) und wird auch von Oltmanns nicht bezweifelt (l. c. p. 36). Uebrigens kann man leicht den directen Nachweis führen, dass die Annahme dieses Autors, betreffs der Functionslosigkeit rudimentärer Centralstränge, in ihrer allgemeinen Fassung unrichtig ist. So besitzt z. B. das zu den Hypnaceen gehörige *Rhynchostegium murale* nur einen sehr schwach entwickelten Centralstrang (derselbe besteht im Querschnitte blos aus 10—16 Zellen) und doch steigt in diesem engen Bündel die Farbstofflösung mit ziemlicher Schnelligkeit empor[2]). Allerdings gelingt der Versuch nur mit jüngeren Aesten, während in den älteren Partien des Stämmchens der Centralstrang sein Wasserleitungsvermögen eingebüsst hat. Es scheint daher für solche rudimentäre Centralstränge der oben citirte Ausspruch Strasburger's eine ganz besondere Geltung zu besitzen: Sie dürften ausschliesslich die Aufgabe haben, das aus dem Rindenparenchym geschöpfte Wasser den Knospentheilen zuzuführen.

---

[1]) Vgl. Strasburger, l. c. p. 310.

[2]) Meine Angabe betreffs der Wasserleitung im Stämmchen von *Hypnum splendens* (l. c. p. 266) beruht auf einer Verwechslung. Das genannte Moos besitzt keinen Centralstrang.

Der andere Punkt betrifft die Frage, ob dem Centralstrange ausser der Function der Wasserleitung auch noch eine andere Aufgabe zufalle. Oltmanns bejaht dies, obwohl er nicht angeben kann, worin diese zweite Function des Centralstranges besteht. Im Gegensatze zu meinen und Strasburger's Beobachtungen will nämlich Oltmanns gefunden haben, dass die Zellen des Centralstranges bei *Mnium* sowohl wie bei *Polytrichum* nicht blos Wasser, resp. Luft, sondern ausserdem noch „Oelmassen“ und „Plasmaballen“ enthalten. Ich habe, wie gesagt, derartiges nicht beobachtet; doch wenn selbst die Angaben Oltmanns' richtig wären, so würde sich doch aus denselben rücksichtlich der Function des Centralstranges kaum etwas folgern lassen. Oltmanns bemerkt ja selbst p. 34 ausdrücklich, dass sich im Centralstrange von *Polytrichum* ein zusammenhängender protoplasmatischer Wandbeleg in keinem Falle nachweisen liess; er betrachtet die angeblich vorhandenen Plasmaballen als abgestorben und damit ist nun auch die Möglichkeit ausgeschlossen, dass die fraglichen „Oelmassen“ aufgespeicherte Reservestoffe vorstellen. Wie sollen dieselben in die todten Zellen des Centralstranges hinein- und wieder hinausgelangen? Man könnte in denselben demnach höchstens den Oelkörpern der Lebermoose verwandte Gebilde erblicken; dieselben würden aber dann noch nicht zu dem Ausspruch berechtigen, dass der Centralstrang offenbar nicht blos der Wasserbewegung dient. — Bis also Oltmanns zur Unterstützung dieser Annahme nicht bessere Argumente beibringt, wird der von mir aufgestellte Satz: „der Centralstrang des Laubmoosstämmchens ist ein rudimentärer, wasserleitender Hadromstrang“ als unwiderlegt gelten dürfen.

69. E. Pfitzer: Beobachtungen über Bau und Entwicklung der Orchideen.

(Mit Tafel XIII.)

Eingegangen am 20. Dezember 1884.

9. Ueber zwergartige Bulbophyllen mit Assimilationshöhlen im Innern der Knollen.[1]

In der Mitte der sechziger Jahre entdeckte Robert King[2]) in einer Schlucht bei Port Jackson eine winzige Orchidee, welche mit Moosen auf Sandsteinblöcken wuchs und welche dann Jahre lang von W. S. Mac Leay in Elisabeth Bay cultivirt wurde. Hier sah sie Baron F. von Müller[3]) und erwähnte dieselbe in den Fragmenta Photographiae Australiensis, da ihm Blüthen nicht zugänglich waren, nur kurz als *Dendrobium minutissimum* n. sp. Unter demselben Namen führt sie Bentham[4]) in der Flora Australiensis auf, ohne dass auch ihm Genaues bekannt geworden wäre. Erst 1878 wurde dann durch Fawcett ein zweiter Fundort von Richmond River entdeckt und konnte nun Baron von Müller feststellen, dass die Pflanze zu *Bolbophyllum* gehört. Derselbe schreibt darüber 1878:[5]) „Die Blätter sind sitzend auf einem kriechenden Rhizom und bilden oft längere Reihen. Sie sind kreisförmig, flach, horizontal ausgebreitet und haben nur $\frac{1}{8}$—$\frac{1}{6}$ Zoll (engl.) im Durchmesser, so dass diese Art die kleinsten Blätter in der ganzen Familie besitzt. In der That könnte man die Pflanze, wenn man sie zwischen Moosen kriechend sieht, leicht für ein Lebermoos halten.“ In einer späteren Zuschrift[6]) äussert Baron

---

1) Die früheren Mittheilungen dieser Reihe sind. 1) Ueber das Oeffnen und sonstige Bewegungserscheinungen einiger Orchideenblüthen. Verhandl. d. naturh. medizin. Vereins zu Heidelberg, Neue Folge. Bd. I. S. 493. 2) Ueber eigenthümliche Faserzellen im Gewebe von *Aerides*. Flora 1877. S. 241. 3) Ueber das Vorkommen von Kieselscheiben bei den Orchideen, ebenda S. 245. 4) Ueber die Umdrehung der Orchideenblüthen. Verhandl. u. s. w. Bd. II. S. 19. 5) Zur Embryoentwicklung und Keimung der Orchideen, ebenda S. 23. 6) Ueber das Aufspringen der Blüthen von *Stanhopea oculata*, ebenda S. 30. 7) Zur Kenntniss der Bestäubungseinrichtungen der Orchideen, ebenda S. 220. 8) Uebersicht des allgemeinen Aufbaus der Orchideen, ebenda S. 350.

2) Vgl. Gardener's Chronicle 1879. I. S. 55. 789.

3) Bd. V. S. 95.

4) Vol. VI. S. 277.

5) Gardener's Chronicle 1878. II. S. 818.

6) Ebenda 1879. S. 789.

von Müller einen Zweifel an der Blattnatur der kleinen Scheiben und spricht die Vermuthung aus, dass die äusserst kleinen nadelförmigen Fortsätze, welche bisweilen auf den Scheiben sich vorfinden, rudimentäre Blätter seien und bisweilen bedeutendere Grösse und wirklichen Laubblattcharacter annehmen möchten, wodurch dann die Scheiben selbst als „Pseudobulbi“, d. h. als Knollen zu deuten wären. In meiner Morphologie der Orchideen[1]) habe ich ferner das Pflänzchen abgebildet und mich nach Einsicht der Exemplare des Kew-Herbariums entschieden für letztere Auffassung ausgesprochen.

Vor einigen Wochen erhielt ich nun durch die Güte des Herrn Baron von Müller getrocknete fruchttragende Exemplare dieser „smallest Orchid of the world“ vom Richmond River und glaubte dieselben um so eher genauer untersuchen zu sollen, als *Bolbophyllum minutissimum* wohl überhaupt zu den kleinsten phanerogamen Pflanzen gehört.

Meine Exemplare waren zum Theil noch auf Baumrinde befestigt, auf der sie zusammen mit Flechten und Lebermoosen gewachsen waren. Die Pflanze (Tafel XIII, Figur 1) besitzt ein wenig verzweigtes cylindrisches, unter den Knollen schwach abgeplattetes Rhizom von etwa 0,5 *mm* Maximaldurchmesser, welches der Rinde fest anliegt; an meinem grössten Exemplar ist dasselbe 5 *cm* lang. In Abständen von 2 bis 3 *mm* entspringen aus demselben Paare einander gegenüber gestellter, etwas nach abwärts gerückter Wurzeln von 0,3 *mm* Durchmesser und 2—3, selten 4 – 5 *mm* Länge, welche das Rhizom auf dem Substrat anheften (Figur 2). An denselben Stellen des Rhizoms, aus welchen die Wurzeln ihren Ursprung nehmen, sitzt demselben nach oben jedesmal eine kleine gelbbraune, kreisförmige glatte Scheibe von 1,5 bis 3 *mm* Durchmesser und höchstens 0,6 *mm* Dicke auf, deren obere Fläche in der Mitte einen dunklen, etwas vertieften Punkt zeigt, neben dem bisweilen noch ein äusserst zartes, schmal dreieckiges, 0,5 *mm* langes Spitzchen von weisslicher Färbung erscheint. Weiter findet man noch gelegentlich dem Rhizom anhängende Reste, die wohl von fast zerstörten zarten Niederblättern herrühren, oder auch zwischen Scheibe und Rhizom eingepresst kleine dreieckige flache Gebilde, welche sich bei genauer Prüfung als junge Seitenknospen erweisen. Wo Seitenzweige des Rhizoms oder Fruchtstiele vorhanden sind, entspringen dieselben ebenfalls zwischen der Scheibe und dem Austrittspunkt einer Wurzel.

Wenn auch junge Sprosse an meinem Material fehlten und somit eine entwicklungsgeschichtliche Untersuchung nicht möglich war, so scheint mir doch die Gesammtdeutung des morphologischen Aufbaus

---

1) Grundzüge einer vergleichenden Morphologie der Orchideen. Heidelberg 1882. S. 83, Taf. II Fig. 19.

von *Bolbophyllum minutissimum* nicht mehr zweifelhaft zu sein. Entscheidend ist das Vorkommen des oben erwähnten Spitzchens auf der Oberseite der Scheibe. Dasselbe besteht aus einem mit fast kreisförmiger Basis ansitzenden sehr zarten Blättchen, welchem bisweilen noch ein zweites ähnliches, aber viel kürzeres gegenübersteht (Fig. 3.) Damit ist die Knollennatur der Scheiben erwiesen, die nur hier nicht, wie bei anderen Arten Laubblätter, sondern Niederblätter tragen. Wenn wir die mangelnde Entwicklungsgeschichte durch die Analogie der normalen Formen ersetzen, wäre also das Rhizom ein, nach der Stellung der oben erwähnten Seitenknöspchen wahrscheinlich wickelartiges Sympodium. Jedes Glied desselben besteht aus einem verlängerten Internodium (a), welches den kriechenden Rhizomabschnitt darstellt, mindestens einem sehr verkürzten (b), einem scheibenförmigen (der Knolle c) und wieder einem sehr verkürzten (d). An dem zwischen a und b, sowie zwischen b und c liegenden Knoten entspringen Seitensprosse, von welchen der eine das Sympodium fortsetzt, während der andere, wo er überhaupt vorhanden ist, entweder zu einem Seitenzweig des Rhizoms oder zu einem Blüthenstand, oder endlich (als dreieckiges Spitzchen) zu einer vorläufig ruhenden Seitenknospe wird. Auf dem knollenförmigen Internodium steht das grössere der gipfelständigen Niederblätter, während das kleinere dem darüber befindlichen wieder verkürzten Stammglied angehört.

Wenn ich auch die Tragblätter der erwähnten Seitensprosse nur spurenweise habe auffinden können, so glaube ich doch das Rhizom nicht für blattlos halten zu sollen, weil sich an den dreieckigen Seitenknöspchen drei scheidenartige Niederblätter deutlich nachweisen liessen. Freilich bleibt die Möglichkeit, dass diese Knöspchen junge Inflorescenzen sind, womit übereinstimmen würde, dass an den Fruchtstielen sich auch stets drei zarte Blattorgane vorfanden. Nach der Analogie der normalen *Bolbophyllum*-Arten würde übrigens die einzige auf dem etwa 3 *mm* langen Stielchen stehende Frucht nicht als terminal, sondern wieder als einem Seitenzweig des Stielchens zugehörig zu betrachten sein.

Wenden wir uns nun zur anatomischen Beschaffenheit der Pflanze, so zeigt zunächst das Rhizom ziemlich normalen Bau. Es besitzt (Figur 2) 7—8 collaterale Gefässbündel, von welchen eins in der Mitte des Stämmchens verläuft, während die übrigen in einen Kreis gestellt sind. Diese Bündel sind sämmtlich stammeigen, sie treten als solche nicht einmal in die Knollen ein, sondern verlaufen anscheinend continuirlich im Rhizom. Jedes Bündel besteht aus wenigen, etwa 2 bis 4 ring-, schrauben- oder auch fast netzartig verdickten engen Gefässen, etwas zahlreicheren zarten Leptomelementen und einem das Bündel mehr oder weniger vollständig einschliessenden einfachen Ring bräunlicher Faserzellen mit wenigen einfachen, meist schief-spaltenförmigen

Poren. Die Oberhautzellen sind tafelförmig, das Grundgewebe setzt sich aus dreierlei Zellformen zusammen, nämlich aus fast glattwandigen, nur schwach porösen, aus zierlich netzartig verdickten und aus etwas bräunlichen Zellen. Die beiden ersteren Formen führen Stärke und sehr schön ausgebildete grosse Einzelkrystalle von Kalkoxalat, die bräunlichen Zellen theils amorphe dunkelbraune Massen, theils dicht gedrängte Körner, die im dunkeln Gesichtsfeld des Polarisationsmikroskops nicht aufleuchten. Die ersten Schichten unter der Oberhaut werden nur von Zellen der erstgenannten Form gebildet.

Weit bemerkenswerther ist der Bau der scheibenförmigen Knollen. Dieselben werden begrenzt von grossen tafelförmigen Oberhautzellen, welche nach aussen und nach den Seiten sehr stark verdickt, cuticularisirt und gelb gefärbt sind. Ihre Aussenflächen sind porenfrei, die Seitenflächen stark porös. Nach der dem Substrat anliegenden Unterseite der Knollen hin nimmt die Verdickung der Zellen ab. Spaltöffnungen oder Trichome sind auf der Aussenseite der Knolle nirgends zu finden. Macht man aber einen Verticalschnitt durch dieselbe, so zeigt sich, dass der oben erwähnte dunkle Punkt in der Mitte der Knollenoberseite einer engen, etwa 0,1 *mm* weiten Oeffnung entspricht, die in einen abgeplatteten Hohlraum führt, welcher etwa 0,5 *mm* breit und 0,1 *mm* hoch ist (Figur 2). Auch dieser Hohlraum ist mit den oben beschriebenen gelben Oberhautzellen ausgekleidet, die aber auf seiner unteren Fläche zarter werden und zwischen denen hier zahlreiche grosse ungeordnete Spaltöffnungen liegen. Diese letzteren sind somit in einer besonderen Schutzkammer verborgen, welche nur durch eine enge Spalte mit der äusseren Luft communicirt und deren Abschluss durch die sich über der Spalte zusammenneigenden Blattspitzchen noch vollkommener wird. Besonders auffallend war mir dabei, dass diese Schutzkammer stets gefüllt gefunden wurde mit Algen aus der Gruppe der Cyanophyceae, die wohl wieder ihrerseits in der relativ feuchten Luft des abgeschlossenen Raums besonders günstige Lebensbedingungen fanden.

In morphologischer Hinsicht wäre noch darauf aufmerksam zu machen, dass die Fläche, auf welcher die Spaltöffnungen liegen und an deren Böschungen die zarten auf der Scheibe stehenden Blättchen entspringen, dem früheren Vegetationspunkt der Knolle, ihrem morphologischen Scheitel entspricht. Wir hätten hier somit den gewiss nicht häufigen Fall, dass der in Dauergewebe übergehende Vegetationspunkt eines Cauloms zu dem hauptsächlichsten Assimilationsorgan des ganzen Sprosses wird.

Das sonstige Gewebe der Knollen besteht aus grossen, theils glatten, theils schwach netzförmig verdickten Parenchymzellen, welche ebenfalls Stärke und Kalkoxalatkrystalle enthalten. Chlorophyll scheint dagegen, soweit sich dies an dem getrockneten Material beurtheilen liess, nur in dem Gewebe unterhalb der Spaltöffnungen vorzukommen. Ferner verlaufen einige wenige, sehr zarte, in ihrem Bau an die letzten Auszweigungen in den Blattflächen grösserer Pflanzen erinnernde Gefässbündel bogenförmig durch das Gewebe der Knolle. Zwei davon treten als Mittelrippenstränge in die rudimentären Blättchen auf der Knolle ein, die übrigen enden blind unterhalb der die Spaltöffnungen tragenden Fläche und mögen wohl der Leitung der hier gebildeten Assimilationsproducte nach dem Rhizom dienen (Figur 2).

Was die eben erwähnten Blättchen anlangt, so haben sie etwa rechteckige Oberhautzellen und an ihrer Basis, wo sie aus den Böschungen der Schutzkammer entspringen, etwa 3 Schichten Grundgewebezellen, die aber nach oben hin sich rasch an Zahl verringern. Längs des sehr schwachen die Mittelrippe bildenden Gefässbündels kommen auch einige wenige Spaltöffnungen von derselben Gestalt, wie in der Schutzkammer vor.

Auch die Wurzeln von *Bolbophyllum minutissimum* verhalten sich etwas abweichend. Dieselben stellen schon sehr früh ihr Längenwachsthum ein und wandeln dabei ihren Vegetationspunkt in Dauergewebe um. Derselbe besitzt, soweit das Material, an dem immerhin noch einige in vollem Wachsthum getrocknete Wurzeln sich befanden, eine Untersuchung zuliess, niemals eine Wurzelhaube, vielmehr verläuft eine ganz einfache, aus tafelförmigen dünnwandigen Zellen gebildete Epidermis einschichtig über den Wurzelscheitel. Auch weiter aufwärts verwandelt sich dieselbe nicht, wie es sonst bei den epiphytischen Orchideen die Regel ist, durch Tangentialtheilung in ein Velamen, sondern bleibt einfach. Auch die zierlichen Verdickungen, welche sonst auch bei Luftwurzeln mit einfacher Epidermis vorhanden zu sein pflegen[1]), fehlen hier durchaus. Wurzelhaare werden nur gebildet, wo die Wurzeln dem Substrat aufliegen (Figur 8). Die ganze Epidermis scheint übrigens ziemlich vergänglich zu sein und fand sich vielfach nur noch in Resten vor.

Um so resistenter ist die der Oberhaut nach innen zunächst anliegende Endodermis, welche an ausgewachsenen Wurzeln auch den Scheitel in gleicher Weise überdeckt. Dieselbe besteht, wie das ja auch sonst gewöhnlich der Fall ist, aus abwechselnden langen und kurzen Zellen, welche dadurch gebildet werden, dass am noch fortwachsenden Wurzelscheitel die gleichförmigen länglichen Zellen der von aussen zweiten Schicht sich in je eine der Wurzelspitze zugewandte längere und eine dahinter liegende kurze Zelle theilen. Im erwachsenen Zustande sind die letzteren in der Flächenansicht kreisförmig oder elliptisch und liegen in entsprechenden Ausbuchtungen der längeren Zellen. Beide Formen haben, stark geschichtet verdickte, porenlose

---

1) de Bary, Vergl. Anatomie. S. 38.

Radialwände. Im Längsschnitt der Wurzel zeigt sich, dass die kurzen Zellen zum Theil ringsum stark verdickt, zum Theil nach innen oder auch ringsum dünnwandig sind, während die längeren Zellen nach allen Seiten stark verdickt sind, wobei Poren nur auf ihrer Innenwand vorkommen. Das Grundgewebe der Wurzel besteht theils aus zartwandigen, schwach porösen, mit Chlorzinkjod blau werdenden, theils aus verholzten netzartig verdickten Zellen, wie solche schon im Rhizom beschrieben wurden. Das Wurzelgefässbündel weicht nur wenig vom normalen Typus ab. In der mittleren Strecke der Wurzel ist es diarch mit wenigen Elementen in jeder Gruppe — näher dem in Dauergewebe übergegangenen Vegetationspunkt wird es immer dünner und erscheint schliesslich als fast concentrisches kleines Bündel etwa ähnlich denen, welche man aus der Wurzel von *Lycopodium* und *Selaginella* kennt. In der Mitte des diarchen Bündels sind schon einige Faserzellen vorhanden — nach dem Ansatzpunkt der Wurzel hin wird dann deren Zahl immer grösser, so dass schliesslich die eigentlichen Gefässbündelelemente nur eine dünne Lage auf der Oberfläche des dicken axilen Faserbündels bilden. Dasselbe erreicht dann an zwei oder drei Stellen die den ganzen Fibrovasalstrang umgebende Schutzscheide — in den Buchten finden sich sowohl Holzgefässe als Leptomelemente, erstere noch immer sich den Faserzellen unmittelbar anschliessend, letztere weiter nach aussen gelegen. Man müsste hier Fasern und Holzgefässe zusammen als Xylem betrachten, um diese Querschnittsform auf die normale radiale Anordnung der Wurzelbündel zurückzuführen. Dieselbe Annahme wäre übrigens, wenn ich Mangin's[1]) Abbildung richtig deute, bei der Keimwurzel von *Iris sibirica* nöthig, wo zwei Holzgefässe so innerhalb eines vierstrahligen Faserbündels erscheinen, dass sie die Phloemgruppen nur eben berühren.

Die Inflorescenzaxe bietet anatomisch nichts Besonderes — sie zeigt ziemlich dieselben Verhältnisse wie das Rhizom, aber in schwächerer Ausbildung. Eine Blüthe, welche ich der Freundlichkeit der Direction des Kew-Herbariums verdanke, habe ich Vollständigkeits halber Fig. 4 und 5 abgebildet. Die Frucht (Fig. 6) ist etwa 3–4 *mm* lang und 2 *mm* breit, somit weit grösser als die Knollen, sie ist auf der Aussenfläche mit kurzen, weichen Stacheln besetzt und im Innern einfächerig. Die sehr zahlreichen Samen (Fig. 7) haben eine aus schief aufsteigenden, schmalen Zellen gebildete Samenschale, messen etwa 0,2 *mm* und umschliessen einen ellipsoidischen oder eiförmigen Embryo. Lässt man die Samen einige Zeit unter Deckglas in einer Lösung von unterchlorigsaurem Kali (Eau de Javelle) liegen, so zerfällt die Samenschale in

---

1) L. Mangin, Origine et insertion des racines adventives et modifications corrélatives de la tige chez les Monokotyledones. Annal. d. scienc. natur. Botan. 6. Ser. Bd. XIV. Taf. 9. Fig. 2.

die einzelnen Zellen, die Embryonen werden frei und sehr durchsichtig. Dieselben zeigen keine morphologische Sonderung — nur ist das dem Kotyledon entsprechende Ende, wie gewöhnlich[1]), etwas kleinzelliger als die entgegengesetzte, dem Embryoträger zugewandte Hälfte. Meine Versuche, die Samen zum Keimen zu bringen, haben bis jetzt keinen Erfolg gehabt.

Während ich mit der Untersuchung von *Bolbophyllum minutissimum* beschäftigt war, erinnerte ich mich einer noch kleineren Orchidee, welche ich im Kew-Herbarium gesehen und in meiner Morphologie der Orchideen Taf. II, Fig. 18, abgebildet hatte. Durch die Güte von Sir Joseph Dalton Hooker erhielt ich auch von diesem *Bolbophyllum* ein centimeterlanges Fragment. Durch die Freundlichkeit des Herrn Professor Reichenbach, welcher auch Blüthen zu untersuchen Gelegenheit hatte, bin ich in der Lage, folgende Diagnose des noch nicht beschriebenen Pflänzchens veröffentlichen zu können:

Bolbophyllum Odoardi, Rchb. et Pfitz. Pseudobulbis concatenatis seriatis ellipticis depressis apice cavis monophyllis, foliis oblongis acutis basi rotundatis subcordatisve firmulis minoribus margine brevissimo pseudobulbi ostiolum amplectentibus, pedunculis crassis unifloris cum pedicello vix pseudobulbum superantibus, bractea lanceolineari ovarium bene aequante, sepalo impari ligulato apiculato, sepalis lateralibus obtuse triangulis apiculatis margine externo parce muriculatis, sepalis ligulatis acutis columnam aequantibus, labello bene unguiculato carnoso triangulo subcompresso, quasi in hypochilium et epichilium separando, portione interna rhombea, antica simpliciter carnoso-vomeriformi, columna crassa antice utrinque apiculata, anthera conica. Ill. Odoardo Beccari dicatum, qui in Borneo detexit (coll. n. 431).

Den allgemeinen Bau der beschriebenen Form (Fig. 9) fand ich sehr übereinstimmend mit dem von *B. minutissimum.* Betrachtet man das Pflänzchen von oben, so ist das Rhizom vollständig verdeckt durch zwei wickelartig verbundene Reihen winziger, in ihrem Umriss vom Kreis zur schwachen Ellipse variirender, stark abgeflachter Knöllchen von etwa 1,5 *mm* Durchmesser, deren jedes ein dem Substrat parallel gerichtetes, eiförmiges 1,5 *mm* langes und 1 *mm* breites glänzend grünes Laubblättchen trägt, welches mit wieder verbreiterter scheidenartiger Basis die Knollenspitze umfasst, die hier ebenfalls einen dunkeln vertieften Punkt zeigt. Das Rhizom trägt ferner Reste sehr vergänglicher aus eiförmiger Fläche in eine aufgesetzte schmale Spitze ausgezogener Niederblätter (Fig. 10), welche von mehreren Gefässbündeln durchzogen sind, die häufig allein noch sich erhalten haben. Aus der

---

[1]) Vgl. Pfitzer, Morphologie der Orchideen. S. 157.

Mittellinie der dem Substrat zugekehrten Rhizomfläche entspringen einzelne kurze Wurzeln.

Das Rhizom und die Wurzeln haben ziemlich den bei *B. minutissimum* beschriebenen anatomischen Bau, nur sind die eigentlichen Gefässbündelelemente noch zarter und weniger zahlreich — im Rhizom treten dafür viele starke Faserzellen hinzu, die hingegen in der Wurzel ganz zu fehlen scheinen. Die einschichtige Oberhaut der letzteren ist etwas derber als bei der zuerst beschriebenen Art.

Die Knolle bleibt auch nach dem Aufweichen stark abgeplattet und ist ebenfalls recht analog derjenigen von *B. minutissimum* gebaut, nur ist die mit einer spaltöffnungsreichen Oberhaut ausgekleidete Assimilationshöhle auch relativ erheblich kleiner. Dafür zeigt das der Knolle aufsitzende Laubblättchen einen viel vollkommeneren Bau. Es wird von vier Gefässbündeln durchzogen (Fig. 10), ist in seinem ganzen Verlauf mit etwa vierschichtigem Grundgewebe versehen, das Andeutungen einer Differenzirung der obersten Schicht zum Pallisadenparenchym zeigt, und besitzt auf der Unterseite sehr zahlreiche, mit der längsten Axe der Schliesszellen der Blattmediane parallel gerichtete Spaltöffnungen. Die Niederblätter schienen mir zwischen den Gefässbündeln nur eine Zelllage zu haben. Die letzteren bestehen wesentlich aus Sklerenchymfasern, zwischen denen nur mit Mühe je ein äusserst zartes und enges Holzgefäss aufzufinden war.

Werfen wir dann noch einen Blick auf die physiologische Bedeutung der beschriebenen Structurverhältnisse von *B. minutissimum* und *B. Odoardi.* Bei dem ersteren dürfen wir wohl ohne Zweifel die Lage der Spaltöffnungen in einer nur mit enger Spalte nach aussen sich öffnenden Höhlung als eine der vielen Schutzeinrichtungen gegen das Eintreten übermässiger Verdunstung betrachten, wie solche so zahlreich bei australischen Pflanzen nachgewiesen worden sind — ich erinnere nur an meine früheren Befunde bei den Restionaceen, an den Stämmen der Casuarinen u. s. w. Doch wäre dabei eine Angabe von King über das Vorkommen von *B. minutissimum* mit zu berücksichtigen, wonach dasselbe sich fand „on sandstone boulders in moss almost within the reach of the drip from the overhanging rocks above“, also zeitweilig wenigstens auch grosser Feuchtigkeit ausgesetzt wäre. Ich glaube aber einmal nach den klimatischen Verhältnissen der australischen Ostküste annehmen zu dürfen, dass dies nur zeitweise der Fall ist und dass immer Perioden der Austrocknung folgen und zweitens findet sich *B. minutissimum*, wie meine Exemplare von Richmond River beweisen, auch auf Baumrinde, wo von andauernder Betropfung von oben her nicht die Rede sein kann und zwar in Gesellschaft von Flechten, die doch dauernd nasse Stellen nur selten bewohnen. Ausserdem könnten vielleicht die Höhlen auch insofern von Nutzen sein, als sie in Folge der Enge ihres Einganges bei längerer Benetzung des

Pflänzchens wohl trocken bleiben würden und so vielleicht den Spaltöffnungen einen Schutz gegen Benetzung bei Regenwetter u. s. w. bieten könnten, wie er sonst den auf der Blattunterseite gelegenen Spaltöffnungen grösserer Pflanzen in Folge dieser Lage zu Theil wird.

Dieser Gesichtspunkt ist vielleicht auch bei *B. Odoardi* in Betracht zu ziehen. Ein Schutz gegen Vertrocknen dürfte bei einer in Borneo lebenden Pflanze wohl nur unter ganz besonderen Verhältnissen nöthig sein — vielleicht aber eher die Assimilationsfläche im Innern der Höhle noch functioniren, wenn das ganze übrige dem Substrat dicht anliegende Pflänzchen durch andauernden Regen benetzt wäre. Vielleicht ist der Entdecker der kleinen Pflanze in der Lage, über deren Lebensverhältnisse noch genauere Mittheilungen zu machen.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. *Bolbophyllum minutissimum* F. v. M. in natürl. Grösse.
„ 2. Querschnitt durch das Rhizom am Knoten, gleichzeitig Längsschnitt der Knolle und der Wurzeln (*W.*), *H* die Höhlung der ersteren, B_1 B_2 rudimentäre Blätter, *G* Gefässbündel. Das chlorophyllhaltige Gewebe ist durch dunkleren Ton angedeutet. Vergrösserung 20/1.
„ 3. Rhizom von unten. *SK* Seitenknospe desselben. 8/1.
„ 4. Blüthe von der Seite. 6/1.
„ 5. Lippe von der Seite. 10/1.
„ 6. Frucht. 15/1.
„ 7. Samen mit durchschimmerndem Embryo. 200/1.
„ 8. Wurzelquerschnitt. 200/1.
„ 9. *Bolbophyllum Odoardi* Rchb. et Pfitz. in natürl. Grösse.
„ 10. Knolle desselben von der Fläche gesehen mit oben aufsitzendem Laubblatt und grundständigem Niederblatt. Vergrösserung 15/1.
„ 11. Längsschnitt durch dieselbe Knolle. *H* die Assimilationshöhle, *G* Gefässbündel, Wurzel. Chlorophyllhaltiges Gewebe dunkler gehalten. 15/1.

70. H. Schenck: Ueber Structuränderung submers vegetirender Landpflanzen.

(Mit Tafel XIV.)

Eingegangen am 20. Dezember 1884.

An den Rändern unserer Teiche und Flüsse vermag man häufig die Beobachtung zu machen, dass echte Landpflanzen, welche durch irgend einen Zufall, sei es bei der Ausstreuung der Samen, sei es durch Ueberschwemmtwerden, ins Wasser gerathen sind, trotz der ungewohnten submersen Lebensweise weiter vegetiren, wenn auch nicht in so kräftiger Weise, wie auf dem Lande und an der Luft. Es ist klar, dass diese Pflanzen auf längere Dauer unter solchen für sie unnatürlichen Bedingungen nicht bestehen können, denn ihre äussere Gestalt sowohl als insbesondere die Structur ihrer Gewebe befähigt sie nicht zur Vegetation unter Wasser und anderseits besitzen sie auch nicht die nöthige Plasticität, um sich dem neuen Medium voll und ganz anzupassen; ihre Gestalt und ihr Bau sind eben infolge der sich im Grossen und Ganzen ziemlich gleich bleibenden Vegetationsbedingungen auf dem Lande zu sehr durch Vererbung fixirt, als dass sie sofort beim Verpflanzen in ein total verschiedenes Medium ins Schwanken gerathen und sich zweckentsprechend anpassen könnten.

Anders verhält es sich in dieser Beziehung mit den Bewohnern unserer Sümpfe und Gewässer. Viele derselben sind amphibisch, gedeihen also sowohl als echte submerse Wassergewächse als auch auf dem Uferschlamm oder Kies als Luftgewächse. Es ist für solche Pflanzen unbedingt nothwendig, dass ihnen eine hohe Plasticität innewohnt, eine Gestaltungskraft, die bei den so ausserordentlich wechselnden Vegetationsbedingungen der Sumpf- und Wasserflora die einzelnen Individuen befähigt, sich denselben jedesmal anzupassen, vor allen Dingen die Gewebe dem Medium entsprechend auszubilden. Freilich begegnen uns auch manche echte Sumpf- und Wasserpflanzen mit einseitiger Anpassung an ihre besondere Lebensweise, deren habituelle und anatomische Charaktere ebenso sehr fixirt sind wie diejenigen der echten Landpflanzen, aber die Mehrzahl ist variabel, wenn auch in verschiedenem Maasse und in verschiedener Weise.

Zufällig submers lebende echte Landpflanzen lassen allerdings auch in der einen oder andern Richtung eine Form- und Structuränderung, welche als Einfluss des Mediums sich darstellt, wohl in den meisten Fällen erkennen, aber dieselbe ist nur eine geringe; der Grad dieser Beeinflussung wird im Allgemeinen von der Plasticität der betreffenden Arten abhängig sein.

Unsere *Cardamine pratensis*, ein Gewächs, das auch anderweitig in biologischer Hinsicht durch seine zuweilen stattfindende, eigenthümliche vegetative Vermehrung mittelst blattbürtiger Adventivsprosse bemerkenswerth erscheint, ist nun eine Landpflanze, bei welcher die submerse Lebensweise eine verhältnissmässig bedeutende Umgestaltung herbeiführt. Es sei mir gestattet, die obwaltenden Unterschiede zwischen Land- und Wasserform in Folgendem zu skizziren; sie werden uns im Allgemeinen die Richtungen andeuten, nach denen überhaupt die Landpflanzen bei Verpflanzung unter Wasser sich abändern müssen.

Ich fand Anfangs Mai 1884 am Rande der kleinen Teiche von Lengsdorf bei Bonn an einer Stelle zahlreiche, submerse Individuen der genannten Pflanze zusammen mit *Mentha aquatica* und *Alisma Plantago* vegetirend. Einzelne, dem Ufer nähere, streckten die oberen Stengeltheile aus dem Wasser und blühten, die meisten wuchsen aber ganz untergetaucht, im Schlamm wurzelnd ca. 2 Fuss tief. Die aufrechten Stengelchen hatten eine Höhe von beiläufig 2½ *dm* erreicht und trugen mehrere abwechselnde, stengelständige Fiederblätter, die zum Unterschiede von den entsprechenden sitzenden Blättern der Landform alle ziemlich lang gestielt erschienen, die unteren am längsten, die oberen mit einem Stiel von der Länge der Spreite. Die Ausbildung eines Stieles an den Stengelblättern, welche bei der Landform nur an den grundständigen Blättern stattfindet, ist wohl als Folge der geringen Lichtintensität, die den untergetauchten Pflanzen zur Verfügung steht, aufzufassen, denn wir wissen, dass bei Lichtmangel überhaupt eine Streckung sowohl der Blattstiele als auch der Stamminternodien eintritt. Die Blattfiederchen hatten alle schmallanzettliche Gestalt, während an der Landform häufig eiförmige oder breitlanzettliche Zipfel erscheinen. Die Unterschiede im Habitus sind also nur geringe, desto grössere aber markiren sich beim Vergleiche der anatomischen Structur.

Fertigt man einen Querschnitt durch den Stengel der Landpflanze an, so sieht man die Gefässbündel im Ringe angeordnet in einer Entfernung von der Epidermis, welche ein Viertel der Radiuslänge beträgt (Fig. 1). Die Bündel sind seitlich verbunden durch einen starken, mehrere Zelllagen mächtigen Ring mechanischer Zellen mit dicker Wandung; sie besitzen einen grossen Gefässtheil und nach aussen einen Siebtheil aus englumigen zartwandigen Elementen bestehend, dem sich ein isolirtes Band von Bastfasern auflagert. Das Rindenparenchym zeigt im Querschnitt abgerundete, tangential etwas gestreckte Zellen, welche ziemlich dicht zusammenschliessen und Chlorophyllkörner mit Stärke reichlich enthalten; die äusserste Schicht sowie besonders die mit ziemlich dicker Cuticula versehene Epidermis haben verdickte Wandungen. Das vom Gefässbündelring umschlossene stark entwickelte Mark endlich setzt sich aus grossen stärkereichen Parenchymzellen mit sehr engen Intercellulargängen zusammen (vgl. Fig. 3).

Vergleichen wir nun diesen Querschnitt mit dem der untergetauchten Pflanze (Fig. 2 und 4), so springt zunächst in die Augen, dass das Rindenparenchym im Verhältniss zum Mark bedeutend mächtiger bei der Wasserform als bei der Landform entwickelt ist, es beträgt in der Dicke die halbe Länge des Radius. Also macht sich die Tendenz bemerkbar, die langgestreckten Elemente, die Gefässe und Siebelemente nach der Achse des Stengels hin zu verschieben. Sodann fällt uns die gänzliche Unterdrückung des mechanischen Gewebesystems auf. Alle starkverdickten Zellen der Landform, Epidermis, Bastring und -Band sind zartwandig. Man erkennt zwar, dass die mechanischen Zellen wie in der Landform angelegt werden, aber die Wandverdickung tritt nicht ein: An Stelle des Bastringes zeigt sich eine Zone von dünnwandigen, langgestreckten Elementen mit kleinerem Lumen als Rinden- und Markzellen. Die Gefässbündel ferner sind weit geringer ausgebildet, der Xylemtheil stark reducirt und nur von wenigen Gefässen (bei den untersuchten Pflanzen ca. 5) durchzogen, dagegen macht sich im Siebtheile kaum eine Reduction bemerkbar.

Was zunächst das Rindenparenchym anbelangt, so sind seine Elemente im Querschnitt abgerundet und die Intercellulargänge in dem so aufgelockerten Gewebe bedeutend grösser, besonders in der mittleren Zone der Rinde, auch ist die Wandung zarter als bei der Landform. Bei allen wasserliebenden Kräutern findet eine derartige Auflockerung des Rindenparenchyms statt, sie führt bei den meisten submersen und schwimmenden Pflanzen zur Bildung von grossen, mannigfach gestalteten Luftlücken. Die hohe Entwickelung des Durchlüftungssystems der Wasserpflanzen erscheint als ein Erforderniss des jedenfalls im Wasser erschwerten Gasaustausches der Zellen und so leuchtet es uns ein, dass auch typische Landpflanzen bei submerser Lebensweise ihr Parenchym nach dieser Richtung hin umgestalten.

Die Reduction der mechanischen Elemente lässt sich gleichfalls als Einwirkung des Mediums aus ihrer Function begreifen. Sie sollen dem Luftstengel die nöthige Biegungsfestigkeit verleihen und sind zu diesem Zwecke vortheilhaft in Form eines Hohlcylinders, welcher ziemlich dicht an der Peripherie des zu festigenden Pflanzentheils sich befindet, angeordnet. Im Wasser ist ihre Ausbildung nicht nöthig, denn dasselbe hält die Pflanze durch seine grössere Dichtigkeit von selbst schon in der zum Lichte günstigsten Stellung, wobei zur Erhaltung derselben auch die in den vergrösserten Intercellularräumen eingeschlossene, nach oben strebende Luft ihren Antheil beiträgt. Die Reduction des mechanischen Systems ist ebenso wie die höhere Ausbildung des Durchlüftungssystems eine fast allen Wassergewächsen zukommende Eigenthümlichkeit.

Den Gefässen liegt die Leitung des Wassers und der in demselben gelösten anorganischen Salze von der Wurzel zu den assimilirenden Zellen ob. Es ist nun ersichtlich, dass die untergetauchten Gewächse ihren Wasser- und Salzbedarf leicht durch die Epidermis hindurch mittelst directer Aufnahme aus dem Medium decken können und dass eine Ausbildung von besonderen Wasserleitungsröhren unnütz wäre. Bei den typischen submersen Wasserpflanzen ist in der That eine weitgehende Reduction, ja bei vielen eine gänzliche Unterdrückung der Gefässe zu constatiren. Auch die *Cardamine,* die nur zufällig unter Wasser vegetirt, reducirt den Xylemtheil der Leitbündel bedeutend, aber nur bis zu einer gewissen Grenze. Ein so wichtiges Gewebe wie die Gefässe, deren Ausbildung für alle Landpflanzen typisch und durch Vererbung zu einer constanten geworden ist, kann eben nicht sofort durch directen Einfluss des veränderten Mediums ausgemerzt werden.

In der Wasserform rücken die Gefässbündel etwas nach innen, eine Tendenz, die bei den typischen Wasserpflanzen zur Bildung der axilen Leitbündelstränge geführt hat. Die stark reducirten Einzelbündel verschmelzen bei ihnen mehr oder weniger innig miteinander, wie die Bündel in den Wurzeln und Rhizomen zu axilen Cylindern, indem sie nicht mehr zur Biegungsfestigkeit des Stengels beizutragen brauchen, vielmehr die langgestreckten Elemente in denselben zur Erhöhung der Zugfestigkeit am vortheilhaftesten in der Achse zusammengelagert werden.

Die Wandung und Cuticula der Epidermis des untergetauchten Stengels ist dünn; die Oberhaut braucht die unter ihr liegenden Gewebe nicht vor Verdunstung zu schützen, muss vielmehr geeignet sein, gelöste Salze und Gase leicht aus dem Wasser in die Pflanzen eintreten zu lassen.

Die Markzellen sind in beiden Formen gleich gestaltet, in der Wasserform nur zartwandiger.

Dieselben Unterschiede lassen sich auch im Baue des Blattstieles erkennen, welcher bei der Landpflanze starke Epidermis, dicht geschlossenes Grundgewebe, wohl entwickelte Gefässbündel mit vielen Gefässen, innen und aussen mit bogenförmig gruppirten Bastbelegen mässig stark verdickter Fasern versehen, aufweist, in der Wasserpflanze dagegen dünnwandige Epidermis, lockeres von grösseren Intercellulargängen durchlüftetes Parenchym, kleine Gefässbündel mit wenigen Gefässen und, wie im Stengel, wiederum die dünnwandige Anlage aller Bastfasern.

In den Blättern verhalten sich die Gefässbündel ganz ebenso wie im Blattstiel und Stengel. Dagegen erzeugt hier ein neues Moment einen Unterschied in der Ausgestaltung des Blattparenchyms. Die untergetauchten Gewächse leben in einem Medium, welches die Lichtstrahlen stärker absorbirt als die Luft, in einem Medium, das somit den in ihm lebenden Pflanzen nur diffuses Licht zur Verfügung stellt. Es müssen sich somit die Wasserpflanzen wie Schattenpflanzen bezüglich der Ausbildung des Assimilationsgewebes verhalten. Wir finden in der That an den submersen Blättern der *Cardamine* das Blattgewebe aus rundlichen, queren, locker aneinander schliessenden Chlorenchymzellen bestehend, während die Luftblätter der Landpflanze deutlich die Differenzirung in längsgestreckte Palissaden an der Oberseite und in Schwammparenchym an der Unterseite verrathen (vgl. Fig. 5*a* und 5*b*). Bezüglich der Ausbildung der Epidermis und der Spaltöffnungen ergaben sich keine nennenswerthen Unterschiede, nur sind die Epidermiszellen der Wasserpflanze etwas kleiner, besonders auf der oberen Fläche und entsprechend der gleichen Gestaltung des Blattparenchyms an Ober- und Unterfläche. Die Zahl der Stomata auf Ober- und Unterseite ist ungefähr gleich, dagegen bei der Landform auf ersterer geringer als auf letzterer.

Auch in der Structur der Wurzeln der Wasserform markiren sich Unterschiede; das Parenchym besitzt wie im Stengel dünnere Wände und weitere Intercellularräume, es ist auch etwas stärker im Verhältniss zum axilen Cylinder entwickelt. In letzterem sehen wir nur etwa halb soviel Gefässe. Zwar werden die in diarcher Platte angeordneten Gefässe des Stranges in der Erde wie im Wasser in gleicher Weise angelegt, aber in letzterem Falle von beiden Enden aus nur in geringer Anzahl fertig ausgestaltet. Die Weichbastzellen zu beiden Seiten der Gefässreihe sind in der Wasserwurzel dünnwandig, in der Landwurzel dagegen dickwandiger.

Es ergiebt sich somit, dass die anatomischen Differenzen bei der *Cardamine pratensis* verhältnissmässig ziemlich bedeutend sind und dass die Umgestaltung im Wasser sich im Allgemeinen in den Bahnen vollzieht, welche zu den für die echten Hydrophyten typischen Gewebebildungen hinführen.

Auch *Lysimachia Nummularia* sieht man öfters am Rande von Tümpeln völlig submers vegetiren, sie verändert ebenfalls ihre Structur, aber zeigt eine viel grössere Constanz der Charaktere als *Cardamine pratensis*. Der kriechende Stengel hat unter Wasser zarteres lockeres Parenchym und im Gefässbündelring macht sich eine Reduction der Xylemelemente auf den ersten Blick bemerkbar, das Wurzelparenchym ist lockerer und viel dünnwandiger; die Unterschiede sind jedoch nicht allzu bedeutend. Für die Blätter ist wiederum die Verkürzung der Palissadenzellen leicht zu constatiren, eine Erscheinung, die ferner besonders charakteristisch an den submersen Trieben der *Mentha aquatica* in die Augen springt (Fig. 6*a* und 6*b*), indem an der Landform derselben die Länge dieser Zellen beinahe das Dreifache beträgt.

Andere ins Wasser gerathene Landpflanzen zeigen geringere Abänderungen, bald mehr des einen Organes oder Gewebes, bald mehr des anderen, *Ranunculus repens* z. B. weniger einen Unterschied im Blattbau als die schon oben für *Cardamine* dargestellten Differenzen in der Structur der Wurzel.

Wenn wir von den schon vielfach untersuchten echten amphibischen Pflanzen absehen, so sind für einige andere Gewächse bereits Structur-Differenzen bei submerser Lebensweise des Stammes allein oder auch der ganzen Pflanze nachgewiesen, jedoch manche Punkte nicht in Rücksicht gezogen. So beschreibt Rosanoff[1]) die eigenthümlichen Schwimmorgane von *Desmanthus natans;* Ernst[2]), allerdings in ziemlich unverständlicher Weise, die Veränderung des submersen Stammes der *Aeschynomene hispidula;* Lewakoffski[3]) untersuchte *Epilobium hirsutum*, *Lycopus europaeus*, 2 Arten von *Lythrum*, dann in seiner zweiten Abhandlung[4]) den merkwürdig sich verhaltenden *Rubus fruticosus.*

Aus ihren Darstellungen ergiebt sich, dass die Umgestaltung der Gewebe auch bei den genannten Pflanzen im Allgemeinen dieselben Richtungen einschlägt wie bei der *Cardamine pratensis*, freilich mit Modificationen im Einzelnen und in verschieden hohem Maasse.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Querschnitt durch den Stengel der Landform von *Cardamine pratensis.*
„ 2. Querschnitt durch den Stengel der Wasserform, beide schwach vergrössert.
„ 3. Ein Theil des ersteren bei stärkerer Vergrösserung. 1/150.
„ 4. Ein Theil des letzteren. *ep* Epidermis, *rp* Rindenparenchym, *mr* mechanischer Ring, in Fig. 2 nur zartwandig angelegt; *m* Mark, *gef* Gefässe. 1/36.
„ 5. Querschnitt durch das Blatt. a) der Landform, 1/36. b) der Wasserform von *Card. prat.* 1/30.
„ 6. Querschnitt durch das Blatt. a) der Landform, 1/50, b) der Wasserform von *Mentha aquatica.* 1/50. *p* Palissadenzellen, *sp* Schwammparenchym, *eps* Epidermis der Oberseite, *epi* Epidermis der Unterseite.

---

[1]) S. Rosanoff, Ueber den Bau der Schwimmorgane von *Desmanthus natans* Willd. Bot. Ztg. 1871. p. 829.

[2]) A. Ernst: Ueber die Anschwellung des unter Wasser befindl. Stammtheils von *Aeschynomene hispidula* H. B. K. Bot. Ztg. 1872, p. 586.

[3]) N. Lewakoffski: Ueber den Einfluss des Wassers auf das Wachsthum der Stengel und Wurzeln einiger Pflanzen. Gelehrte Schriften. Kais. Univ. Kasan 1873. Russisch.

[4]) N. Lewakoffski: Zur Frage über den Einfluss des Mediums auf die Form der Pflanzen. Ebendaselbst. Die beiden letzten Arbeiten ref. in Just, Bot. Jahrber. 1873. p. 594.

71. Otto Müller: Bemerkungen zu dem Aufsatze Dr. J. H. L. Flögel's, Researches on the Structure of Cell-walls of Diatoms.

Eingegangen am 22. Dezember 1884.

Citirter Aufsatz findet sich im August- und Octoberheft laufenden Jahrganges vom Journal of the Royal microscopical Society; erst jetzt bin ich von befreundeter Seite auf denselben aufmerksam gemacht worden. Dr. Flögel nimmt u. a. darin Bezug auf eine von mir im Jahre 1871 veröffentlichte Arbeit [1]). Er bestätigt im wesentlichen meine Untersuchungen über die *Triceratium*-Structur; meine Ausführungen über die *Pleurosigmen* unterwirft er jedoch einer sehr abfälligen Kritik, weil ich die von ihm im Jahre 1870 gegebene Darstellung der *Pleurosigmen*-Structur [2]) in einem wesentlichen Punkte modificiren musste. Ausdrucksweise und Kampfart, welche Dr. Flögel dabei angemessen erachtet, sind in unsrer polemischen Literatur keineswegs neu; ungewöhnlich ist nur der Umstand, dass seine Entgegnung erst nach Verlauf von dreizehn Jahren in einer ausländischen Zeitschrift und in fremder Sprache erscheint. Die Gründe dieser langen Incubationszeit mögen hier unerörtert bleiben, allem Anschein nach stehen sie in engem Zusammenhang mit Dr. Flögel's zornigen Klagen über Vernachlässigung und Missverständniss von seiten der Autoren (Researches p. 682 ff.), welche er an verschiedene Adressen richtet.

Zur Sache bemerke ich:

1. die Differenz zwischen Dr. Flögel's Auffassung und der meinigen besteht darin, dass Dr. Flögel innerhalb der Zellwand der *Pleurosigmen* die Existenz zahlreicher abgeschlossener Hohlräume oder Kammern, entsprechend den auf der Fläche sichtbaren bekannten polygonalen Zeichnungen, erwiesen zu haben glaubt, ich dagegen einzuwenden habe, dass diese Kammern nicht allseitig geschlossen sein können; das ist der Kern des Streites, alles Uebrige ist nebensächlich. Nur mit Bezug auf diesen Streitpunkt habe ich s. Z. die Analogie der *Triceratium*-Structur angezogen, wie jeder Unbefangene aus meiner Arbeit erkennen muss, und es ist eine durchaus willkürliche Unter-

---

[1]) Otto Müller: Ueber den feineren Bau der Zellwand der Bacillariaceen, insbesondere des *Triceratium Favus* Ehbg. und der *Pleurosigmen*. Reichert und Du Bois Reymond's Archiv 1871, p. 619 ff.

[2]) J. H. L. Flögel: Untersuchungen über die Structur der Zellwand der *Pleurosigmen*. Max Schultze's Archiv 1870, p. 472 ff.

stellung Dr. Flögel's, dass ich damit seine ganzen übrigen Ausführungen für falsch erklärt habe (Researches p. 519).

2. Zur Begründung meiner abweichenden Ansicht stützte ich mich hauptsächlich auf die Ergebnisse gewisser Experimente, die ich anstellte, um zu ermitteln: wie verhalten sich differente flüssige Medien, insbesondere Wasser, auch Wasserdampf im Augenblicke der Condensation (Hauch), Oele und Balsame, sowie flüchtige Medien, wenn sie mit der lufttrockenen Membran, selbstverständlich ungekochter und ungeglühter, *Pleurosigmen* (*angulatum* und *balticum*) in Berührung kommen? Ich fand, die verschiedenen flüssigen Medien dringen fast augenblicklich in die Tausende jener Hohlräume ein und fast ebenso schnell erfolgt die Abdunstung flüchtiger Medien, wobei meist eine reihenweise Entleerung beobachtet wird[1]). Daraus schloss ich: ein System abgeschlossener Kammern, wie es durch Netzleisten zwischen einer Duplicatur der Membran entstehen würde im Flögel'schen Sinne, ist nicht vorhanden, die Kammern müssen mit der Luft (bzw. dem Wasser) frei communiciren.

Dr. Flögel sagt von diesen Experimenten (Researches p. 518): „I put entirely aside the value of such flooding for the elucidation of details of diatom structure. That all the fluids named by him will penetrate the interstitial molecules of thin membranes with the greatest facility is known to every novice.“

Nun, die Affinität und Permeabilität der verkieselten Bacillarien-Zellwand für die von mir angewendeten Medien mag Dr. Flögel selbst und jedem Anfänger bekannt sein, schwerlich aber irgend einem Anderen! Nach dem etwas dunklen Wortlaut (interstitial molecules?) denkt sich Dr. Flögel diese Durchdringung erfolgend mit der Imbibition der Membran. Für mich ist eine bedingungslose Permeabilität der in Rede stehenden Membranen in diesem Sinne, nicht einmal für Wasser ausser Zweifel; es ist keineswegs unmöglich, dass bei hochgradig verkieselten Arten die gesammten diosmotischen Vorgänge, im vitalen und abgestorbenen Zustande, durch wirkliche Spalten und Poren vermittelt werden; ich will damit aber nicht die andere Möglichkeit in Frage stellen, dass Wasser in die Micellar-Interstitien der Membran eindringt; die nächste Folge dieses Vorganges, die Quellung bezw. Schrumpfung ist zwar nicht nachweisbar, aber sie könnte sich der Beobachtung entziehen. Dass aber Oele, Balsame und andere Medien (oder gar Eiweiss, Gummi), unterschiedslos „with the greatest facility" einzudringen vermögen, dem setze ich den stärksten Zweifel entgegen. — Aber gesetzt, es sei dennoch so. Alsdann würde die Affinität für die verschiedenen Medien sicherlich eine sehr verschieden grosse sein und demzufolge auch die Zeitdauer der Imbibition. Wie gelangt dann aber das flüssige Medium weiter in den lufterfüllten Raum? Es steht unter keinem höheren Druck als dem der Atmosphäre, die Luft kann aus dem (nach Dr. Flögel) von der imbibirten Membran allseitig geschlossenen Hohlraum nicht entweichen, also bleibt allein die Möglichkeit der Absorption. Abgesehen davon, das manche der verwendeten Medien bereits mit Luft gesättigt und nicht mehr im Stande waren, Luft zu absorbiren, so würde die Absorption unter allen Umständen sehr allmählich erfolgen, sicherlich nicht augenblicklich, wie das Experiment verlangt. Man würde nun einwenden können: ist denn erwiesen, dass Luft in den Hohlräumen enthalten ist, können die Räume nicht luftverdünnte sein? Dieser Einwand wäre in der That ein ganz berechtigter gewesen und er ist nicht leicht zu widerlegen; Dr. Flögel aber hat ihn nicht erhoben. Die Möglichkeit eines luftverdünnten Raumes an sich, der von permeablen Wänden abgeschlossen wird, ist nicht von der Hand zu weisen; die flüssigen Medien würden in diesem Falle durch atmosphärischen Druck durch die Membran gepresst und vermuthlich mit grosser Schnelligkeit. Aber ich halte die Thatsache der schnellen Abdunstung aus einem so verschlossenen Raume allein schon entscheidend gegen diesen Einwand. Die Möglichkeit der Füllung jener Räume nach vorangegangener Imbibition einer porenlosen Membran, wie Dr. Flögel annimmt, erachte ich somit für ausgeschlossen.

---

[1]) Ich wiederholte die Versuche mit unverdünntem Hühnereiweiss, eingedicktem Gummi-arabicum, verharztem Terpentin, Ricinusöl, Olivenöl, Monobromnaphtalin, stets mit demselben Erfolg. Die *Pleurosigmen* wurden zuvor über Chlorcalcium getrocknet. Mit fetten Oelen gelingt die Füllung insofern schwieriger, als öfters grössere oder kleinere Stellen ungefüllt bleiben, was durch die geringere Adhäsion erklärlich ist, zumal nach dem Verdunsten des Alkohols, aus dem die *Pleurosigmen* entnommen wurden, die Schalen theilweise mit einer dünnen klebrigen Schicht bedeckt waren. Solche Stellen bleiben dann unverändert, d. h. es findet auch später keine Füllung statt. Sehr instructiv sind Versuche mit dem Hauch, ohne Deckglas, wobei Objektive von 4—3,5 *mm* Brennweite (Hartnack VII, Zeiss D, Seibert V) zu verwenden sind. Es gelingt leicht Füllung und Abdunstung an derselben Stelle der Schale im fortgesetzten regelmässigen Wechsel der Athemzüge zu beobachten; der Wasserdampf wird begierig eingesogen und verdichtet, ebenso der Dampf bei Zimmertemperatur leicht flüchtiger Medien, wie Terpentinöl, Carbolsäure, welcher von der Zellwand bereits verdichtet wird, bevor der Flüssigkeitsrand dieselbe erreicht hat.

Indessen auch eine Filtration durch eine poröse Membran müsste, meines Erachtens, auf die grössesten Schwierigkeiten stossen und könnte niemals den Effect einer augenblicklichen und vollständigen Füllung gewähren; es würden hierbei capillare Kräfte, Spannungs- und Druckwirkungen in Action treten, welche den Vorgang in hohem Masse compliciren und verlangsamen müssten. Zudem würde der Filtrationswiderstand, ebenso wie vorher die Affinität, je nach Beschaffenheit des flüssigen Mediums, sehr verschieden gross sein.

Dr. Flögel fährt fort: „Were one to suppose or to search for holes with this experiment we should cancel every investigation made during a century with regard to endosmose. This point needs no refutation". — Endosmose? Dr. Flögel bekundet mit dieser merkwürdigen Sentenz, dass er den Begriff „Endosmose“ auf Vorgänge anwendet, welche mit diosmotischen auch nicht das Geringste zu thun haben. In meinem Experiment sind gegeben: zwei heterogene Medien, Luft auf der einen, ein flüssiges auf der anderen Seite, streitig ist eine trennende Membran, das flüssige Medium verdrängt die Luft, — und das ist „Endosmose“? In der That, „this point needs no refutation“!

Es bleibt noch ein Punkt zu erörtern. Ich hatte in meiner Arbeit zugegeben, dass die Hohlräume nach dem Zelllumen und nach aussen als geschlossen gedacht werden dürften, wenn entweder 1. alle Kammern, oder 2. mindestens die Kammern derselben Reihe mit einander communiciren und jede Reihe am Anfang und Ende eine freie Oeffnung besässe. Dies würde der Flögel'schen Auffassung am nächsten kommen. Dr. Flögel hat auch bereits selbst ähnliche Betrachtungen angestellt (Untersuchungen p. 487), freilich ohne sich dadurch in seiner Auffassung beirren zu lassen. Ich muss jetzt diese Möglichkeit auf den ersten Fall beschränken und auch in diesem ist eine schnelle und vollständige Füllung durchaus unwahrscheinlich. Im zweiten Falle würde der Bau gleich sein einem Systeme von Capillarröhrchen, deren Querschnitt noch unter einen Mik. misst; das Lumen dieser Röhrchen würde zudem durch die durchbrochenen Kammerwände in regelmässigen Intervallen verengt. Nach den Versuchen von Nägeli und Schwendener[1]) könnte sich eine Flüssigkeit in so beschaffenen Röhrchen, wenn überhaupt, so gewiss nur äusserst langsam fortbewegen. Der Reibungswiderstand der ununterbrochenen Röhre von so geringem Querschnitt ist bereits ein enorm hoher und wird noch durch die Widerstände der Kammerwände in ganz unberechenbarer Weise vermehrt. —

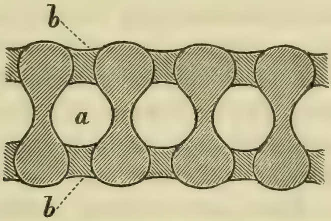
Die Thatsache der schnellen Füllung und Abdunstung wird aber sehr einfach und ungezwungen erklärt, wenn man den Bau der *Pleurosigmen*-Membran als analog dem *Triceratium*-Bau annimmt, insoweit, als man jedem Hohlraum freie Communication mit der Luft zugesteht. Ich möchte heute in dieser Analogie noch weiter gehen; ich bin geneigt, eine zweifache Communication anzunehmen, eine nach der äussern Luft, bezw. dem Wasser, die zweite nach dem Zellraum. Bei *Triceratium* ist eine solche doppelte Durchbrechung vorhanden, wie ich des Näheren nachgewiesen habe, nach aussen eine grosse kreisrunde Oeffnung und nach dem Zellraum zahlreiche sichtbare Poren. Wie die hypothetischen Oeffnungen bei *Pleurosigma* aber

---

1) Das Mikroskop. 2. Aufl. 1877, p. 384 ff.

beschaffen sind, ob sie den bei *Triceratium* thatsächlich vorhandenen Einrichtungen anatomisch entsprechen, ist ungewiss und letzteres nicht einmal wahrscheinlich; in Bezug auf meine Differenz mit Dr. Flögel ist das auch gleichgültig.

Für das Wahrscheinlichste halte ich, dass die *Pleurosigmen*-Membran lediglich aus einem polygonalen Maschenwerk dünner, zur Fläche senkrecht gestellter, Leistchen besteht, welche an den freien Kanten beiderseits, also nach dem Zellinnern und nach aussen zu, stärker verdickt sind. Ich halte daran fest, dass sowohl die äussern, als die innern Grenzen von künstlichen Querschnitten ein perlschnurartiges Aussehen haben, wie ich abgebildet habe (l. c. Taf. Fig. 1 a. u. b.). Eine vollkommene Trennung der einzelnen Perlchen wird um so seltener erwartet werden dürfen, als der Schnitt ja in diesem Falle dünner sein müsste, wie der Durchmesser der Oeffnungen. Für gewöhnlich müssen die Projectionen der etwas höher oder tiefer liegenden Ränder der angeschnittenen Oeffnungen die einzelnen Perlen (Querschnitte der verdickten Kanten) mit einander verbinden, wodurch dann leicht der Eindruck geschlossener Linien, bezw. geschlossener Kammern, hervorgerufen wird.



Schematischer *Pleurosigmen*-Querschnitt. *a* Kammern. *b* Oeffnungen.

Nicht ohne Grund nahm ich in meinem Schema den Durchschnitt der Oeffnungen *b* gleich dem kleinsten Durchmesser der Leistchen, den Durchmesser der Kammern *a* gleich dem grössesten Durchmesser der Leistchen an. Sowohl das Bild des künstlichen Querschnitts lässt einigermassen auf diese Grössenverhältnisse schliessen, als auch die von Max Schultze zuerst bei *P. angulatum* beobachtete optische Reaction, welche bei verticaler Verschiebung der Einstellungsebene auftritt, die sog. Umsetzungsbilder. Bei diesen Bildern wechselt bekanntlich der Brechungszustand, dergestalt, dass im folgenden Bilde hell erscheint, was im vorangehenden dunkel; aber die Centra der polygonalen Figuren aufeinanderfolgender Bilder liegen nicht über, sondern neben einander, das Negativ der Einstellung 2 erscheint daher z. B. gegen das Positiv der Einstellung 1 seitlich verschoben. Es sind mehrfach Erklärungen dieses eigenthümlichen Phänomens versucht worden; genau diese (scheinbare, denn in der That wären es drei verschiedene Bilder) Bildumsetzung muss aber erfolgen, wenn der Bau meinem Schema entspricht und man die Einstellungsebene nacheinander in die oberen Oeffnungen, in die Kammern und in die unteren Oeffnungen verlegt.

Eine sichere und genauere Definition dieser Verhältnisse dürfte zunächst noch jenseits der Grenzen unseres optischen Vermögens liegen und daran haben auch Dr. Flögel's im Uebrigen treffliche Querschnitte nichts geändert.

3. Die weiteren Betrachtungen, welche ich an diese Ueberfluthungsversuche knüpfte, erscheinen Dr. Flögel „by far to obscure“ (Researches, p. 519). Mein Gedankengang war folgender: Der Brechungszustand gröblicher Räume innerhalb einer Membran mit ebenen Grenzflächen und umgeben von einem Medium mit niedrigerem Brechungsindex, kann keine Veränderung erleiden, wenn die Membran in ein Medium mit höherem Brechungsindex (als der ihrer Substanz) getaucht wird, sofern das höher brechende Medium nicht in die gröblichen Räume einzudringen vermag. Eine nachweisbare theilweise oder vollständige Umkehrung der Brechungsverhältnisse beweist daher für die Existenz von gröblichen Räumen, welche dem Medium zugänglich sind, bezw. deutet auf ein Relief der begrenzenden Flächen. Diese Schlussfolgerungen scheinen mir für die Erforschung von Structuren durchaus berechtigt, sie werden von besonderem Werth in den häufigen Fällen, in denen zwar eine Vergleichung von je einem Luft- und Balsam- etc. Präparat möglich, aber das Ueberfluthungsexperiment nicht ausgeführt werden kann. Vielleicht erhellt diese Fassung die Dunkelheit, der Dr. Flögel nicht Herr zu werden vermochte.

4. Fig. 1*a* und *b* meiner Arbeit bildete ich das Fragment eines *Pleurosigmen*-Querschnitts mit der Bezeichnung „*P. Scalprum?*“ ab, welches ich zwischen anderen Schnitten verschiedener Species in einem von Dr. Flögel selbst gefertigten Präparat gefunden hatte. Dr. Flögel sagt darüber (Researches, p. 519): „What he has represented there is a fragment of a very thick transverse section of *P. balticum!* I cannot avoid calling this a prodigious blunder. For Müller, after his researches with diatoms, ought to know, that the small delicate *P. scalprum* could never furnish such a colossal transverse section, in whatever direction made. Further, on Fig. 19, I have described and figured the transverse section of *P. scalprum*, and the figur is on the same scale as the transverse section of *P. balticum* fig. 13. A confusion between these two is utterly impossible.“

Auch bei dieser herben Abfertigung, wird Flögel von einem eigenartigen Geschick ereilt! Dr. Flögel kann zwar aus meiner Abbildung des Fragments mit keiner grösseren Sicherheit *P. balticum* W. Sm. erkennen, als ich *P. Scalprum* Grun. (deshalb ja auch mein Fragezeichen!), gleichwohl will ich von vornherein die Möglichkeit zugeben, dass der Schnitt von *P. balticum* stammen könnte. Van Heurck[1]) bildet beide Arten auf derselben Tafel ab, darnach beträgt der Querdurchmesser von *P. balticum* W. Sm. 28 μ, von *P. Scalprum* Grun. 21 μ, ein Grössenverhältniss, welches die Möglichkeit einer Unterscheidung von Querschnitts-Fragmenten völlig ausschliesst. Dr. Flögel bezieht sich nun auf seine Abbildung eines vollständigen Querschnitts von *P. Scalprum*, dessen Schalen-Durchmesser nach der Reduction 8,3 μ beträgt! Dr. Flögel also hält eine Form von höchstens 8,5 μ Durchmesser für *P. Scalprum*, während der Durchmesser der typischen Form nach Van Heurck 21 μ beträgt! Dieser Durchmesser weist darauf hin, dass er vielleicht die von Kützing[2]) abgebildete, zweifelhafte *Navicula Scalprum* Gaill. et Turp. gemeint hat. Dass die Abbildung Van Heurck's correct ist, geht aus der Aeusserung eines der berufensten Kenner, A. Grunow's[3]) hervor, welcher erklärt, *P. Scalprum* sei vielleicht identisch mit *P. Hippocampus* (Van Heurck, Taf. XX, Fig. 3, Durchmesser 23 μ!), wahrscheinlicher noch mit *P. acuminatum* W. Sm. nec Kg. (Smith, W. Synopsis of Brit. Diat. Taf. XXII. Durchmesser 0,0009″ = 23 μ!). Die von Brébisson als *P. Scalprum* veröffentlichte Art ist von *P. balticum* var. γ W. Sm. nicht zu unterscheiden und von Grunow *P. Brébissonii* genannt worden (Van Heurck, Taf. XXI., Fig. 6, Durchmesser 13 μ). Wegen einer solchen Menschlichkeit, wie sie ihm hier bei der *Scalprum*-Diagnose offenbar begegnet ist, will ich Dr. Flögel per se um so weniger einen Vorwurf machen, als der Fehler für die Dinge, um welche es sich in unseren Arbeiten handelt, ziemlich gleichgültig ist; aber in welchem Lichte erscheint die Berechtigung und Tendenz des von Dr. Flögel ausgesprochenen drastischen Tadels?

5. Die anderweitige Polemik des Dr. Flögel scheint mir einer Widerlegung nicht zugänglich; die Beurtheilung einer Zeichnung hängt eben wesentlich von der persönlichen Auffassung des zu Grunde liegenden optischen Bildes ab.

Ich beklage, dass ein verdienstvoller Forscher zu so grundlosen Angriffen sich hat hinreissen lassen. Freudig erkenne ich an, dass wir seiner neuesten Arbeit wiederum eine werthvolle Bereicherung unserer Kenntnisse zu danken haben, wenngleich ich keineswegs in allen Punkten seine Auffassung zu theilen vermag. Ich werde auf diese interessante Arbeit zurückkommen. Die Wissenschaft aber wird zu entscheiden haben, ob der hohe Anspruch, welchen Dr. Flögel ganz allgemein in Bezug auf die Erforschung der Structur dieser Zellwände für sich erhebt (Researches, p. 686), dass nämlich in Zukunft „precedence will be given to an investigator (Flögel) who ten years ago put the leading facts into clear light", in dem geforderten Umfange zu Recht besteht.

---

[1]) Van Heurck, Henri: Synopsis des Diatomées de Belgique. Taf. XX. Fig. 1. *P. balticum.* Fig. 4. *P. Scalprum.*

[2]) Kützing, F. T. Die kieselschaligen Bacillarien. p. 102. Taf. IV, Fig. 25; Taf. XXX, Fig. 13.

[3]) Cleve, P. T. und A. Grunow: Beiträge zur Kenntniss der arctischen Diatomeen. p. 55.

72. R. Wegscheider: Spektroskopische Notizen über die Farbstoffe grüner Blätter und deren Derivate.

Eingegangen am 30. Dezember 1884.

Die Reindarstellung des Chlorophylls (d. h. nach dem Sprachgebrauch der Chemiker des in den lebenden Blättern enthaltenen grünen Farbstoffes) bildet gegenwärtig noch eine strittige Frage. Zwar ist man darüber einig, dass nur ein Körper, dessen Absorptionsspektrum mit dem der lebenden Blätter bezüglich der Zahl und Intensität der Bänder übereinstimmt und sich davon höchstens durch kleine Verschiebungen derselben (wie sie durch die Verschiedenheit des Lösungsmittels etc. hervorgerufen werden können) unterscheidet, als identisch mit dem Chlorophyll angesprochen werden darf; aber dieser Grundsatz hat bisher nicht zu einem unangefochtenen Resultat geführt, da die Spektralbeobachtungen einzelner Forscher nicht immer in wünschenswerther Weise übereinstimmen. Da ich mich seit einem Jahre mit der qualitativen Untersuchung der Absorptionsspektra organischer Farbstoffe beschäftige, wollte ich über diese Differenzen ein eigenes Urtheil gewinnen und habe daher sowohl das Spektrum des lebenden Blattes, als auch der alkoholischen Chlorophylltinktur und einiger Präparate, die ich der Güte des Herrn Dr. Tschirch verdanke, untersucht. Da die Resultate vielleicht einiges Interesse bieten können, mögen sie im Folgenden kurz mitgetheilt werden. Ich bediente mich eines von Schmidt und Hänsch in Berlin gelieferten Browning'schen Taschenspektroskops. Um die Skalentheile auf Wellenlängen reduziren zu können, habe ich die Lage mehrerer Frauenhofer'scher und Metall-Linien bestimmt; das Nähere hierüber, sowie sonstige Details der Beobachtungsmethode einer ausführlichen Publikation über Absorptionsspektra vorbehaltend, bemerke ich hier nur, dass die Frauenhofer'sche Linie B bei Skalentheil 4,53, C bei 5,06, D bei 6,50, E bei 8,49, b bei 8,90, F bei 10,4, G bei 14,5 lag. Wegen des Einflusses, den die Frauenhofer'schen Linien auf die Intensität schwacher Bänder haben können, verzichtete ich auf die Anwendung des Sonnenlichtes. Wenn nichts anderes bemerkt ist, verwendete ich einen Argandbrenner mit Blechkamin, wie sie für Polarisationsapparate üblich sind.1)

Ich will noch ausdrücklich hervorheben,2) dass die Taschenspektroskope und Spektraloculare, wie solche bei der Untersuchung des Chlorophyllspektrums meistens verwendet wurden, zum Studium der Absorptionsspektra geeigneter sind als grössere Apparate3); sie geben ein lichtstärkeres Spektrum und gestatten doch, die Ortsbestimmung genauer zu machen, als mit Rücksicht auf die Schwierigkeit, die Grenze eines Bandes genau anzugeben, nöthig ist.

I. Spektrum des lebenden Blattes.

Es wurden *Tradescantia*-Blätter untersucht, welche durch mehrstündiges Stehen unter Wasser im luftleeren Raum injicirt worden waren. Als Lichtquelle diente ein Flachbrenner; er wurde mit Leuchtgas gespeist, welches mit Naphtalindämpfen gesättigt war4). Man erhält so ein auch im blauen Theile ziemlich intensives Spektrum. Die folgende Tabelle giebt die bei Anwendung eines Blattes erhaltenen Resultate sowohl in Skalentheilen, als auch in Wellenlängen.

Band	Grenzen des Bandes		Maximum der Absorption	
	Skalentheile	Wellenlängen	Skalentheile	Wellenlängen
Ia	4,0— 5,4	$\lambda = 72,4$ bis $\lambda = 63,8$	4,5— 5,0	$\lambda = 68,9$ bis $\lambda = 66,0$
Ib			5,2— 5,3	$\lambda = 64,9$ „ $\lambda = 64,3$
II	5,5— 6,0	$\lambda = 63,3$ „ $\lambda = 61,0$	5,6— 5,8	$\lambda = 62,8$ „ $\lambda = 61,9$
III	6,0— 7,2	$\lambda = 61,0$ „ $\lambda = 56,5$	6,4— 6,8	$\lambda = 59,4$ „ $\lambda = 57,9$
IV	7,5— 8,3	$\lambda = 55,5$ „ $\lambda = 53,2$	—5)	—5)
Xanthophyllband 1	8,6—11,5	$\lambda = 52,4$ „ $\lambda = 46,8$	9,5—11,0	$\lambda = 50,4$ „ $\lambda = 47,6$
Endabsorption	12,5— ?	$\lambda = 45,4$ „ ?	13,0— ?	$\lambda = 44,8$ „ ?

---

1) Landolt, Das optische Drehungsvermögen etc. Braunschweig 1879, Fig. 25.

2) Ich erwähne dies gegenüber den gegentheiligen Bemerkungen von Hansen (Arb. a. d. botan. Inst. Würzburg Bd. III S. 141) u. Oltmanns (Botan. Zeit. 1884).

3) Siehe darüber auch H. W. Vogel, praktische Spektralanalyse. Nördlingen 1877, S. 217.

4) Sogenannte Albocarbonlampe von Ed. Busch in Berlin.

5) Innerhalb sehr schwacher Bänder lässt sich keine bestimmte Region als diejenige bezeichnen, wo das Maximum der Absorption stattfindet: solche Fälle sind in den Tabellen durch das Fehlen einer Zahlenangabe in der entsprechenden Rubrik bezeichnet.

Zwischen dem Xanthophyllband 1 und der Endabsorption ($\lambda = 46{,}8$ bis $\lambda = 45{,}4$) war das Licht sehr geschwächt. Die beiden Maxima von Band I, sowie die des Xanthophyllbandes 1 und der Endabsorption sah ich ganz dunkel; die von Band II und III waren ziemlich, das von IV sehr schwach. Reihenfolge nach der Intensität (vor den Absorptionen im Blau abgesehen): Ia, Ib, III, II, IV (II und III jedoch ziemlich gleich stark).

Bei Anwendung von zwei Blättern und von elektrischem Licht erhielt ich wesentlich dieselben Resultate; die Maxima der Absorption im minder brechbaren Theil des Spektrums lagen bei 4,5—5,0 ($\lambda = 68{,}9$ bis $\lambda = 66{,}0$), 5,2—5,3 ($\lambda = 64{,}9$ bis $\lambda = 64{,}3$), 5,6—5,8 ($\lambda = 62{,}8$ bis $\lambda = 61{,}9$), 6,5—6,9 ($\lambda = 59{,}0$ bis $\lambda = 57{,}5$), 7,5—8,2 ($\lambda = 55{,}5$ bis 53,5). Bezüglich der Intensität ergab sich folgende Reihenfolge: Ia, Ib, II, III, IV. Da II und III fast gleich stark sind, kann es nicht befremden, dass die Reihenfolge nicht immer gleich gefunden wird. Im blauen Theil sah ich im elektrischen Lichte bei Anwendung eines Blattes ausser dem Xanthophyllband 1 (zwischen den Skalentheilen 9,3 und 10,4, $\lambda = 50{,}8$ bis $\lambda = 48{,}6$) noch ein zweites Band, welches sich vor der Endabsorption abgetrennt hatte und bei Skalentheil 14,0—15,0 ($\lambda = 43{,}6$ bis $\lambda = 42{,}6$) lag; es entspricht zweifellos dem Band VI, welches Hagenbach[1]) ebenfalls im Blattspektrum beobachtete. Den Beginn der Endabsorption habe ich bei diesem Versuche nicht mit Sicherheit ermitteln können.

Das zweite Maximum des Bandes I, welches ich als Band Ib bezeichne, ist sehr schmal und bisher an Blättern noch nicht beobachtet worden.[2]) Da es bei steigender Schichtdicke sehr bald mit Ia verschmilzt, kann es leicht übersehen werden. Um sicherzustellen, dass es nicht etwa blos den *Tradescantia*-Blättern eigenthümlich ist, habe ich auch *Begonia*- und *Camellia*-Blätter untersucht und deren Spektrum völlig identisch mit dem der *Tradescantia*-Blätter gefunden[3]); insbesondere zeigten sie auch Ib.

Auch in frisch gepflückten, keiner weiteren Behandlung unterworfenen Blättern konnte ich im elektrischen Licht Ib nachweisen; hierdurch ist bewiesen, dass es nicht etwa pathologischen Veränderungen des Blattes beim Injiciren mit Wasser seine Entstehung verdankt.

---

1) Poggend. Annalen, Bd. **146** (1872) p. 520.

2) Wohl aber sind analoge Erscheinungen an frischen Blätterextrakten beobachtet worden. (Siehe die diesbezüglichen Notizen in Tschirch, Untersuchungen über das Chlorophyll, Berlin, P. Parey. 1884. p. 77. Besonders scheint ein von Pringsheim (Monatsber. d. Berliner Akad. Okt. 1874) in Benzolchlorophylllösungen beobachtetes Nebenband von I, meinem Band Ib zu entsprechen.

3) Dies Resultat war nach den auf sehr zahlreichen Beobachtungen basirenden Bemerkungen von Tschirch (l. c. p. 29) vorauszusehen.

Sieht man von Ib ab, so stimmen meine Beobachtungen sehr befriedigend mit der von Tschirch an *Camellia*-1) und *Fuchsia*-Blättern2) gemachten überein; nur hat er das zweite Band im Blau nicht gesondert gesehen, was auch mir nur im elektrischen Licht möglich war. Es ist das leicht dadurch zu erklären, dass das zweite Band des Xanthophylls in Folge der Ueberlagerung der Endabsorption des Chlorophylls sehr undeutlich wird. Gegenüber der Zeichnung Reinke's3) ergiebt sich ausserdem die Abweichung, dass ich das Band IV bedeutend breiter gesehen habe als Reinke und ferner, dass ich ebenso wie Tschirch Band III breiter sah als II. Wesentlich verschieden von dem von mir beobachteten Blattspektrum ist das Spektrum des Hansen'schen Chlorophyllgrüns, da Hansen die Bänder II und IV untereinander merklich gleich intensiv, III aber wesentlich schwächer zeichnet.4) Das Verhältniss des Blattspektrums zu dem des Tschirchschen Reinchlorophylls werde ich weiter unten besprechen.

II. Spektrum der Chlorophylltinktur.

Es wurde ein durch zweitägiges Stehen im Dunkeln bereiteter alkoholischer Auszug aus jungen Weizenblättern, die vorher mit Wasser ausgekocht worden waren, benutzt; ich verdanke denselben Herrn Wollheim.

Band	Grenzen des Bandes		Maximum der Absorption	
	Skalentheile	Wellenlängen	Skalentheile	Wellenlängen
I	4,6—5,4	$\lambda = 68,3$ bis $\lambda = 63,8$	4,7—5,3	$\lambda = 67,7$ bis $\lambda = 64,3$
II	5,8—6,3	$\lambda = 61,9$ „ $\lambda = 59,8$	5,9—6,2	$\lambda = 61,5$ „ $\lambda = 60,2$
III	6,9—7,4	$\lambda = 57,5$ „ $\lambda = 55,8$	—	—
IV	7,8—8,4	$\lambda = 54,6$ „ $\lambda = 53,0$	8,0—8,2	$\lambda = 54,1$ „ $\lambda = 53,5$
Endabsorption	8,8— ?	$\lambda = 52,0$ „ ?	9,6— ?	$\lambda = 50,2$ „ ?

Reihenfolge nach der Intensität (von der Endabsorption abgesehen) I, IV, II, III. Die Maxima von I und der Endabsorption sind dunkel, II und IV mässig lichtschwach, III sehr schwach.

Das Resultat entspricht vollkommen der von Pringsheim5) gegebenen Zeichnung, sowie den Angaben der übrigen Autoren. Das Spektrum der Chlorophylltinktur ist also, wie schon von Tschirch nach-

---

1) Zuerst mitgetheilt Ber. d. deutsch. botan. Ges. Bd. I. 1883, S. XIX.

2) Untersuchungen über das Chlorophyll, Fig. 35.

3) Ber. d. deutsch. bot. Ges. 1883, Heft 8.

4) Verh. d. phys.-med. Ges. zu Würzbnrg, N. F. XVIII, Taf. II, Fig. 1—6.

5) Monatsber. d. Berliner Akad., Oktober 1874.

gewiesen wurde, unzweifelhaft verschieden von dem der lebenden Blätter, nicht etwa blos der Lage der Streifen, sondern auch ihrer Intensität nach, im entschiedenen Gegensatz zu Hansen[1]), der von der „Uebereinstimmung des Spektrums lebender Blätter mit dem eines alkoholischen Blätterauszuges“ spricht.

III. Spektrum einer alkoholischen Lösung des von Dr. Tschirch dargestellten krystallisirten Chlorophyllans.

Band	Grenzen des Bandes		Maximum der Absorption	
	Skalentheile	Wellenlängen	Skalentheile	Wellenlängen
I	4,6— 5,3	$\lambda = 68,3$ bis $\lambda = 64,3$	4,7— 5,1	$\lambda = 67,7$ bis $\lambda = 65,4$
II	5,8— 6,3	$\lambda = 61,9$ „ $\lambda = 59,8$	5,9— 6,2	$\lambda = 61,5$ „ $\lambda = 60,2$
III	6,9— 7,5	$\lambda = 57,5$ „ $\lambda = 55,5$	—	—
IVa	7,8 — 8,5	$\lambda = 54,6$ „ $\lambda = 52,7$	7,9— 8,3	$\lambda = 54,4$ „ $\lambda = 53,2$
IVb	8,8 - 10,2	$\lambda = 52,0$ „ $\lambda = 49,0$	9,1—10,0	$\lambda = 51,3$ „ $\lambda = 49,4$
End-absorption	11,0— ?	$\lambda = 47,6$ „ ?	12,5— ?	$\lambda = 45,4$ „ ?

Was die Intensität der Maxima anbetrifft, so sind I und die Endabsorption ganz dunkel, IVa und IVb mässig intensiv (IVa anscheinend um eine Spur stärker), II etwas schwächer, III sehr schwach.

Dieselben Resultate hat auch Tschirch erhalten.[2]) Nur sah er das Band II auf der Seite der D-Linie noch etwas breiter als ich (bis zu $\lambda = 59,0$ reichend); die Differenz ist jedoch so klein, dass sie durch die Schwierigkeit, die Grenze eines sehr verwaschenen Bandes anzugeben, hinreichend erklärt wird; umsomehr, als Tschirch seiner Angabe die Bemerkung hinzufügt: „gegen D auffallend matter.“

Die von Tschirch[3]) gegebene und von Reinke[4]) adoptirte Erklärung der Abweichungen zwischen den Spektren des Blattes und der Chlorophylltinktur durch die Annahme, dass in der Tinktur theilweise Chlorophyllanbildung vor sich gegangen sei, erscheint nach dem spektroskopischen Befund als zweifellos zulässig.

IV. Spektrum des Reinchlorophylls von Dr. Tschirch.[5])

Tschirch stellte das Präparat durch Reduktion der alkoholischen Lösung des krystallisirten Chlorophyllans mit Zinkstaub dar.

---

[1]) Arb. aus dem bot. Inst. in Würzburg. Bd. III, S. 141.

[2]) Untersuchungen über das Chlorophyll, S. 52.

[3]) Untersuchungen über das Chlorophyll, S. 37, 43 etc.

[4]) Ber. d. deutsch. bot. Ges. Bd. I, S. 402.

[5]) Untersuchungen über das Chlorophyll, S. 101.

Band	Grenzen des Bandes		Maximum der Absorption	
	Skalentheile	Wellenlängen	Skalentheile	Wellenlängen
	Schichtendicke 2 *mm*			
I	4,8—5,3	$\lambda = 67{,}1$ bis $\lambda = 64{,}3$	4,9—5,1	$\lambda = 66{,}5$ bis $\lambda = 65{,}4$
II	5,9—6,3	$\lambda = 61{,}5$ „ $\lambda = 59{,}8$	—	—
III	6,8—7,5	$\lambda = 57{,}9$ „ $\lambda = 55{,}5$	—	—
IV	8,0—9,0	$\lambda = 54{,}1$ „ $\lambda = 51{,}5$	—	—
End-absorption	9,5— ?	$\lambda = 50{,}4$ „ ?	12,0— ?	$\lambda = 46{,}1$ bis ?
	Schichtendicke 5,5 *mm*			
I	4,5—5,7	$\lambda = 68{,}9$ bis $\lambda = 62{,}4$	4,7—5,4	$\lambda = 67{,}7$ bis $\lambda = 63{,}8$
II	5,7—6,4	$\lambda = 62{,}4$ „ $\lambda = 59{,}4$	5,9—6,2	$\lambda = 61{,}5$ „ $\lambda = 60{,}2$
III	6,6—7,7	$\lambda = 58{,}6$ „ $\lambda = 54{,}9$	6,8—7,5	$\lambda = 57{,}9$ „ $\lambda = 55{,}5$
IV	8,0—9,2	$\lambda = 54{,}1$ „ $\lambda = 51{,}0$	—	—
End-absorption	9,5— ?	$\lambda = 50{,}4$ „ ?	11,0— ?	$\lambda = 47{,}6$ bis ?

Reihenfolge nach der Intensität: I und Endabsorption, III, II, IV; II und III sind jedoch fast gleich intensiv.

Diese Resultate stimmen mit den Angaben Tschirch's befriedigend überein; die einzige erwähnenswerthe Differenz ist die, dass er II stärker als III sah, was wegen des geringen Intensitätsunterschiedes zwischen beiden Bändern als belanglos zu betrachten ist.

Die Auffindung des Bandes Ib liess es mir als wünschenswerth erscheinen, nach einem ähnlichen Band im Tschirch'schen Reinchlorophyll zu suchen; Herr Dr. Tschirch hatte die Freundlichkeit, mir zu diesem Zwecke 8 Proben von verschiedenen Darstellungen zur Verfügung zu stellen. Da ergab sich nun das merkwürdige Resultat, dass eine Probe ein ganz schmales, intensives Band bei Skalentheil 5,6—5,7 ($\lambda = 62{,}8$ bis 62,4) aufwies, ganz entsprechend dem Band Ib des Blattspektrums, während die übrigen ganz gleich dargestellten Proben es nicht zeigten.1) Dieselbe Probe, welche das Band Ib aufwies, zeigte Band III stärker als II, auch war der Raum zwischen Ia und II ziemlich lichtschwach. Eine ganz frisch bereitete Probe zeigte Ib nicht, II war stärker als III, und der Raum zwischen I und II sehr hell. Unter den übrigen Proben waren mehrere, die den Ueber-

---

1) Bekanntlich sind Spaltungen von Bändern in der Chlorophyllgruppe schon öfter beobachtet worden, ohne dass unter anscheinend gleichen Umständen immer übereinstimmende Resultate erhalten worden wären. (Siehe Tschirch, l. c p. 77 und anderwärts.) Eine befriedigende Erklärung ist noch für keinen dieser Fälle gegeben worden.

gang zwischen diesen beiden extremen Fällen bildeten; III war bei ihnen stärker als II, der Raum zwischen I und II ziemlich lichtschwach, aber Band Ib nicht mit Sicherheit erkennbar.

Das Spektrum des Tschirch'schen Reinchlorophylls stimmt also völlig mit dem Blattspektrum überein (natürlich abgesehen von den Xanthophyllbändern des letzteren und der Verschiebung aller Bänder), wenn man diejenige Probe, welche das Band Ib zeigte, der Vergleichung zu Grunde legt; jedenfalls aber steht es demselben näher, als das irgend eines anderen unter den vielen aus den Blättern dargestellten grünen Farbstoffen.

IV. Spektrum des Alkalichlorophylls (von Dr. Tschirch dargestellt).[1]

Band	Grenzen des Bandes		Maximum der Absorption	
	Skalentheile	Wellenlängen	Skalentheile	Wellenlängen
I	4,8—5,8	$\lambda = 67{,}1$ bis $\lambda = 61{,}9$	5,0—5,7	$\lambda = 66{,}0$ bis $\lambda = 62{,}4$
II	5,9—6,7	$\lambda = 61{,}5$ „ $\lambda = 58{,}2$	6,1—6,5	$\lambda = 60{,}6$ „ $\lambda = 59{,}0$
III	7,1—7,8	$\lambda = 56{,}8$ „ $\lambda = 54{,}6$	—	—
IV	8,0—9,3	$\lambda = 54{,}1$ „ $\lambda = 50{,}8$	8,2—9,0	$\lambda = 53{,}5$ bis $\lambda = 51{,}5$
End-absorption	9,5— ?	$\lambda = 50{,}4$ „ ?	12,5— ?	$\lambda = 45{,}4$ „ ?

Reihenfolge der Maxima bezüglich der Intensität: I und Endabsorption, II, IV, III.

Eine andere Probe gab dasselbe Spektrum, jedoch mit der einen Abweichung, dass innerhalb des Bandes I ein zweites Maximum der Absorption bei Skalentheil 4,85 ($\lambda = 66{,}8$) sichtbar war.

Auch hier ist wieder die Uebereinstimmung der von Tschirch und mir erhaltenen Resultate hervorzuheben, und zwar bezüglich beider Proben.

Das Hansen'sche Chlorophyllgrün ist im Wesentlichen auf dieselbe Weise (unter Anwendung von Alkohol und einem ätzenden Alkali)[2] aus den Blättern dargestellt wie Tschirch's Alkalichlorophyll; eine Vergleichung der beiden Spektra ist daher von besonderem Interesse. Nach Hansen's Zeichnung[3] sind die Intensitätsverhältnisse aller Bänder denen des Alkalichlorophylls von Tschirch ziemlich gleich. Eine Vergleichung der Lage der Bänder ist leider unausführbar, obgleich Beobachtungen unter Anwendung des gleichen Lösungsmittels (Alkohol) vorliegen. Denn während in Hansen's Zeichnung[4]) die Bänder gegenüber denen der Chlorophylltinktur etwas nach Roth verschoben sind, sagt er im Text[1]), sie seien im Vergleich mit denen der gewöhnlichen Chlorophylllösung etwas gegen das blaue Ende verschoben. Bei Tschirch's Alkalichlorophyll ist letzteres der Fall. Beiläufig sei bemerkt, dass die von Hansen an derselben Stelle gegebene Erklärung für die Bänderverschiebung gegen Blau aus der Trennung der Farbstoffe von Medien mit anderen Dispersionsverhältnissen unzulässig ist. Die für spektroskopische Arbeiten zu benutzenden Lösungen sind so verdünnt, dass die in der gewöhnlichen Chlorophylllösung enthaltenen Fette gegenüber der Quantität des Lösungsmittels nur als Spuren zu betrachten sind und die Dispersion des Alkohols nicht merklich ändern können. Wären die Bänder der gewöhnlichen Chlorophylllösung und des Hansen'schen Chlorophyllgrüns identisch, so müssten sie bei Anwendung des gleichen Lösungsmittels an derselben Stelle liegen.

---

[1] Untersuchungen über das Chlorophyll, S. 76 ff.

[2] Arb. aus dem bot. Inst. in Würzburg. Bd. III, S. 126 ff.

[3] Verh. d. Würzburger phys.-med. Ges. N. F., Bd. XVIII, Taf. II, Fig. 1—6.

[4] Fig. 4 und 5 der eben citirten Tafel.

VI. Spektrum des von Dr. Tschirch dargestellten γ-Xanthophylls[2]) in ätherischer Lösung.

Band	Grenzen des Bandes		Maximum der Absorption	
	Skalentheile	Wellenlängen	Skalentheile	Wellenlängen
1	10,0—11,6	$\lambda = 49,4$ bis $\lambda = 46,7$	10,5—11,2	$\lambda = 48,5$ bis $\lambda = 47,3$
2	12,0—14,0	$\lambda = 46,1$ „ $\lambda = 43,6$	12,4—13,7	$\lambda = 45,5$ „ $\lambda = 43,9$
End-absorption	15,0 ?	$\lambda = 42,6$ „ ?	15,5— ?	$\lambda = 42,1$ „ ?

In sehr concentrirter Lösung begann die Absorption bei Skalentheil 7,3 ($\lambda = 56,2$), das Maximum bei 7,9 ($\lambda = 54,4$) und erstreckte sich gleichförmig bis zum violetten Ende des Spektrums. Ausserdem war eine Spur eines Bandes zwischen den Skalenteilen 6,7—7,0 ($\lambda = 58,2$ bis $\lambda = 57,2$) sichtbar.

Die Resultate stimmen befriedigend mit denen von Dippel[3]) und Tschirch überein. Hansen sah bei seinem ganz analog, jedoch unter Anwendung von Petroläther statt des Aethers dargestellten Chlorophyllgelb[4]) drei Streifen. Die Lage der zwei ersten stimmt mit meinen Beobachtungen am γ-Xanthophyll nicht ganz überein, möglicherweise wegen der Verschiedenheit des Lösungsmittels. Ueber die Existenz des dritten Bandes bin ich nicht zu einem abschliessenden

---

1) Würzburger Arbeiten, Bd. III, S. 141.

2) Untersuchungen über das Chlorophyll, S. 87 u. 109. Dieser Farbstoff wurde erhalten durch Ausschütteln einer alkalischen Rohchlorophylllösung mit Aether.

3) Flora 1878.

4) Verh. d. Würzburger med.-phys. Ges. N. F., Bd. XVIII, Taf. II, Fig. 9.

Urtheil gelangt. In wie weit die hinter der G-Linie liegenden intensiven Frauenhofer'schen Linien Hansen's mit Sonnenlicht angestellten Beobachtungen beeinflusst haben, vermag ich nicht zu beurtheilen. Ich habe bei Anwendung des elektrischen Lichtes am γ-Xanthophyll die zwei ersten Bänder in derselben Lage beobachtet wie mit dem Argandbrenner; ausserdem habe ich allerdings bei Skalentheil 15,0 ($\lambda = 42{,}6$) einen dritten Streifen gesehen. Da aber das elektrische Licht daneben einige sehr helle Bänder zeigte, kann eine durch den Contrast hervorgerufene subjektive Erscheinung vorliegen. Bei Anwendung der bereits beim Blattspektrum erwähnten mit Naphtalindämpfen beladenen Leuchtgasflamme habe ich keinen dritten Streifen beobachten können, obwohl die Gegend hinter der G-Linie noch ziemlich hell war; eine Lichtabsorption zeigte sich bei $\lambda = 42{,}6$ erst dann, wenn vermöge der gesteigerten Schichtdicke die Endabsorption bis dorthin vorgedrungen war.

Protocoll
der
# zweiten General-Versammlung
der
Deutschen Botanischen Gesellschaft
am 17. September 1884
in
Magdeburg.

Als Vorsitzender fungirt der Präsident der Gesellschaft, Herr Pringsheim, als Schriftführer Herr Tschirch, als Scrutatoren die Herren Pfitzer und Vöchting.

Anwesend sind die ordentlichen Mitglieder:

Ambronn-Leipzig.
Andrée-Münder.
Ascherson-Berlin.
Detmer-Jena.
Haussknecht-Weimar.
Holzner-Freising.
L. Kny-Berlin.
C. Kraus-Triesdorf.
Otto Kuntze-Leipzig.
Magnus-Berlin.
Marsson-Greifswald.
Moebius-Heidelberg.
Moeller-Greifswald.
O. Müller-Berlin.
Pfitzer-Heidelberg.
Pringsheim-Berlin.
Reinhardt-Berlin.
M. Schulze-Jena.
Schwendener-Berlin.
Tschirch-Berlin.
Uhlworm-Cassel.
Urban-Berlin.
Vatke-Berlin.
Volkens-Berlin.
Vöchting-Basel.
L. Wittmack-Berlin.
Zabel-Münden.
Zimmermann-Berlin.

und die ausserordentlichen Mitglieder:

Demmler-Friedrichsfelde.
Eggers-Berlin.

Vor Eintritt in die Tagesordnung begrüsst der Einführende der botanischen Sektion der Naturforscher-Versammlung Herr Professor Dr. Hochheim die Versammlung und heisst sie in Magdeburg herzlich willkommen.

Der Vorsitzende eröffnet um $12^1/_4$ Uhr die General-Versammlung, begrüsst die Anwesenden, stellt die Beschlussfähigkeit der Versammlung fest und erstattet den Jahresbericht.

Der Vorsitzende gedenkt zunächst der harten Verluste, die die Gesellschaft im verflossenen Vereinsjahr erlitten und widmet den verstorbenen Mitgliedern Goeppert-Breslau, Bentham-London, Engelmann-St. Louis und de Bey-Aachen, unter eingehender Würdigung ihrer Verdienste um die botanische Wissenschaft, warme Nachrufe. Die Versammlung erhebt sich zum ehrenden Andenken der Verstorbenen von ihren Sitzen.

Ueber die Entwickelung der Gesellschaft im verflossenen Jahre hat der Vorsitzende im Uebrigen nur Erfreuliches zu berichten. Die Zahl der Mitglieder ist seit der vorjährigen General-Versammlung von 288 auf 330 gestiegen und auch die finanzielle Lage der Gesellschaft ist eine befriedigende. Der Vorstand war daher in diesem Jahre schon in der Lage (unter Zustimmung des Ausschusses) der Commission für die Flora von Deutschland aus den Mitteln der Gesellschaft eine erste Rate von ℳ 100 zum Zwecke der Vorarbeiten für Herstellung eines Repertoriums aller auf die Deutsche Flora bezüglichen Schriften zu überweisen (siehe Anlage II). Ferner hebt der Vorsitzende hervor, dass auch in diesem Jahre, Dank der lebhaften Theilnahme der Mitglieder und der prompten Geschäftsführung, eine reiche Serie inhaltsreicher Hefte mit zahlreichen Tafeln zur vorgeschriebenen Zeit habe ausgegeben werden können. Derselbe spricht dafür der Geschäftsführung, insbesondere den Herren Eichler, Frank und Tschirch, seinen Dank aus.

Hierauf verliest der Schatzmeister der Gesellschaft, Herr O. Müller, den Rechnungsabschluss für das Jahr 1883 und den Voranschlag des Etats für 1884 und gibt die nöthigen Erläuterungen hierzu (siehe Anlage I).

Der Vorsitzende dankt Namens der Gesellschaft Herrn Müller für seine Mühewaltung, und die Versammlung ertheilt demselben einstimmig Decharge.

Alsdann erstattet der Obmann der Commission für die Flora von Deutschland, Herr Ascherson, Bericht über die bisherigen Arbeiten der Commission (Anlage II).

Nachdem somit die statutarischen Berichterstattungen erledigt sind wird in die Berathung des Antrages Schenk-Ambronn eingetreten. Derselbe lautet:

„Die Unterzeichneten beantragen, die General-Versammlung der Deutschen Botanischen Gesellschaft wolle beschliessen:

Als Zusatz zu § 20 des Reglements ist einzufügen:

Die Mitglieder der Redactions-Commission sind verpflichtet, die ihnen zur Prüfung bezw. zum Referiren vorgelegten Arbeiten bis zur Veröffentlichung desjenigen Heftes, in welchem sie erscheinen, als Manuskript zu betrachten.“

(Folgen die Unterschriften.)

Der Antrag ist rechtzeitig eingebracht, in den Berichten der Gesellschaft (Band II, Heft 7) publizirt und vom Vicepräsidenten und den Mitgliedern des Ausschusses begutachtet worden. Der Vorsitzende referirt zunächst über diese Gutachten, die sämmtlich im Wesentlichen ihr Einverständniss mit dem Antrage aussprechen. In der nun eröffneten Diskussion wendet sich Herr Ascherson gegen die Bestimmung des Reglements, wonach die Abhandlungen, welche in den Berichten zur Publication gelangen sollen, spätestens 8 Tage vor der betreffenden Sitzung völlig druckreif dem Vorsitzenden der wissenschaftlichen Sitzungen eingereicht werden müssen. Er wünscht, dass ein minder strenger Usus eingeführt werde und stellt nachfolgenden Zusatz-Antrag:

„In § 19 des Reglements, Absatz 2 sind die Worte „spätestens 8 Tage“ zu streichen und als Absatz 3 und 4 hinzuzufügen:

„In dringenden Fällen kann auch eine erst in der Sitzung selbst gemachte Aeusserung in die Sitzungsberichte aufgenommen werden, falls sie innerhalb dreier Tage druckfertig eingereicht wird““

und

„Mittheilungen, denen Abbildungen beigegeben sind, können nur aufgenommen werden, wenn sie spätestens 8 Tage vor der Sitzung eingereicht worden sind.“

Herr Ascherson motivirt seine Anträge dadurch, dass einmal erfahrungsgemäss die Beiträge nicht statutengemäss eingereicht würden, und dass es ferner doch wünschenswerth sei, gegen Injurien und faktische Unrichtigkeiten brevi manu auftreten zu können. Der Antragsteller befürwortet auch die Abschaffung des Einlieferungsdatums über den Mittheilungen.

Die Zusatzanträge Ascherson werden von der Geschäftsführung lebhaft bekämpft.

Die Herren Pringsheim, Schwendener, Tschirch, Eggers betonen die Nothwendigkeit, den bewährten Usus beizubehalten und Herr Tschirch hebt noch besonders hervor, dass es sehr wünschenswerth sei, dass auch die Worte „vollständig druckreif“ von den Mitgliedern bei Einlieferung der Manuskripte mehr als früher berücksichtigt werden möchten, ferner weist Herr Pringsheim darauf hin, dass schon nach dem bisherigen Usus und im Sinne des Reglements der Vorsitzende der wissenschaftlichen Sitzungen befugt ist, auch solche Aufsätze in den Bericht über die Sitzung aufzunehmen, die nicht volle 8 Tage vorher eingereicht sind, sofern der Umfang des betreffenden Heftes es gestattet und dessen rechtzeitige Publikation dadurch nicht gefährdet wird, und dass bei offenbaren Unrichtigkeiten, unmotivirten Angriffen u. s. w. die Beanstandung des Druckes und die Zurückweisung des Manuskriptes an die Redaktions-Commission nach § 21 des Reglements auch noch in der Sitzung selbst erfolgen kann.

Nachdem noch die Herren Magnus und Wittmack für die Anträge Ascherson eingetreten waren, und Herr Ambronn betont hatte, dass dem Schenk-Ambronn'schen Antrage ein Prioritätsstreit nicht zu Grunde liege, wird nach kurzer Specialdiscussion der Antrag Schenk-Ambronn mit 13 Stimmen angenommen, der Zusatz-Antrag Ascherson aber durch einen mittlerweile von Herrn Schwendener gestellten, mit grosser Majorität angenommenen Antrag dahin gehend:

> „über die Anträge Ascherson zur Tagesordnung überzugehen und die bisherige Praxis beizubehalten“

abgelehnt.

Sodann spricht Herr Pringsheim den Wunsch aus, der Vorstand wolle möglichst dahin zu wirken suchen, dass in den Generalversammlungen regelmässig Necrologe der letzt verstorbenen Mitglieder der Gesellschaft verlesen und in dem Bericht über die General-Versammlung publizirt würden. Er stellt deshalb den Antrag:

> „die Necrologe der letzt verstorbenen Mitglieder der Gesellschaft als einen besonderen Gegenstand der Tagesordnung der Generalversammlung in § 15 des Reglements aufzunehmen.“

Der Antrag erscheint nicht nur durch die natürliche Pflicht der Pietät gegen die Verstorbenen geboten, sondern wird vom Antragsteller auch durch den Wunsch motivirt, die Hefte der Berichte, welche die Verhandlungen der General-Versammlung enthalten, zu einer sicheren und fortlaufenden, biographisch-historischen Quelle über das Leben und die wissenschaftlichen Leistungen der der Gesellschaft angehörigen Mitglieder zu gestalten.

Der Antrag wird einstimmig angenommen, und ertheilt der Vorsitzende demzufolge Herrn Urban das Wort zum Vortrag der von demselben verfassten Necrologe von Bentham und Engelmann.[1]

---

[1] Dieselben sind in diesem Hefte vor den wissenschaftlichen Mittheilungen abgedruckt.

Zum nächstjährigen Versammlungsort wird Strassburg i. Els., der Ort der 58. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte, als Zeit, der Tag vor Beginn dieser Versammlung, der 17. September 1885, gewählt.

Auf Antrag des Vorsitzenden beschliesst die Versammlung, die angekündigten wissenschaftlichen Vorträge in der botanischen Sektion der Naturforscherversammlung zu halten.

Die Versammlung schreitet inzwischen zur Erledigung der Wahlen.

Die in einem schriftlich eingebrachten, statutarisch motivirten Antrage zu Ehren-Mitgliedern und correspondirenden Mitgliedern vorgeschlagenen ausländischen Botaniker werden sämmtlich mit grosser Majorität gewählt:

Hiernach sind gewählt zu **Ehrenmitgliedern** die Herren:

E. Bornet-Paris.
Edm. Boissier-Genf.
Asa Gray-Cambridge (Vereinigte Staaten).

Zu **correspondirenden Mitgliedern** die Herren:

M. Cornu-Paris.
W. G. Farlow-Cambridge (Vereinigte Staaten).
Joh. Lange-Copenhagen.
Daniel Oliver-London.
R. H. Philippi-Santiago (Chile).
Van Tieghem-Paris.

Bei der nun folgenden Wahl des Präsidenten und Vicepräsidenten hielt es der Vorsitzende noch im Einverständnisse mit dem Vorstande für angemessen, darauf hinzuweisen, dass es im Interesse der Gesellschaft liege, von jeder etwaigen Wiederwahl abzusehen. Hierauf wurden Herr C. von Naegeli in München, zum Präsidenten, Herr de Bary in Strassburg zum Vicepräsidenten gewählt.

Zu Ausschussmitgliedern werden folgende 15 Herren gewählt:

Pfitzer-Heidelberg.
Pfeffer-Tübingen.
Engler-Breslau.
Graf Solms-Göttingen.
Willkomm-Prag.
Buchenau-Bremen.
Cramer-Zürich.
Reinke-Göttingen.
Stahl-Jena.
Drude-Dresden.
Cohn-Breslau.
Nöldeke-Celle.
Strasburger-Bonn.
Caspary-Königsberg.
Vöchting-Basel.

In die Commission für die Flora von Deutschland werden hierauf folgende 5 Herren wiedergewählt:

Ascherson-Berlin.
Buchenau-Bremen.
v. Uechtritz-Breslau.
Freyn-Prag.
Haussknecht-Weimar.

Nachdem Herr Wittmack noch die Anwesenden gebeten, in Anerkennung der grossen Verdienste, die sich der seitherige Präsident der Gesellschaft, Herr Pringsheim, um die Gründung und Leitung der Deutschen Botanischen Gesellschaft erworben, sich zu Ehren desselben von den Sitzen zu erheben, schliesst der Vorsitzende um $2^1/_4$ Uhr die zweite General-Versammlung der Deutschen Botanischen Gesellschaft.

Der Präsident:	Der Schriftführer:
Pringsheim.	Tschirch.

Nachtrag

zum Protocoll der General-Versammlung, betreffend die Wahlen des Präsidenten und des Stellvertreters desselben.

Wir haben zu unserem Bedauern der Gesellschaft die Mittheilung zu machen, dass die Herren C. v. Naegeli und A. de Bary mit dem Ausdrucke des Dankes für die ihnen zu Theil gewordene Auszeichnung erklärt haben, die auf sie gefallenen Wahlen zum Präsidenten und Stellvertreter des Präsidenten aus Gesundheitsrücksichten und wegen Ueberhäufung mit Geschäften nicht annehmen zu können. Es tritt somit der in § 23 unserer Statuten vorgesehene Fall ein, wonach die Mitglieder des Vorstandes, die gegenwärtig die betreffenden Funktionen noch inne haben, dieselben noch ein Jahr weiter führen, falls sie sich hierzu bereit erklären. Diese Erklärung ist um Störungen in der Geschäftsführung der Gesellschaft zu vermeiden und derselben keine weiteren Schwierigkeiten zu bereiten von den betreffenden Herren erfolgt. Wir zeigen der Gesellschaft demzufolge an, dass die Herren Pringsheim und Leitgeb auch noch im Jahre 1885 das Amt des Präsidenten und des Stellvertreters desselben weiterführen werden.

Berlin, den 31. Oktober 1884.

Der Vorstand.

Anlage I.

Rechnungsablage und Etat.

		Einnahme		Ausgabe	
		ℳ	Pf.	ℳ	Pf.
I. Beiträge-Conto.					
1883. 48 Berliner, Ord. à 20,00 =	960,00 ℳ				
179 Auswärt., Ord. à 15,00 =	2685,00 „				
75 Ausserord. à 10,00 =	750,00 „				
Div. kleine Mehrbeträge	1,76 „				
302 Mitglieder zahlten		4396	76		
Vorauszahlungen à Conto 1884 . . .	406,00 ℳ				
Vorauszahlungen à Conto 1885 . . .	15,00 „				
		421	—		
		4817	76		
II. Interessen-Conto.					
Zinsen aus dem Depot der Ritterschaftlichen Darlehnskasse		39	25		
		39	25		
III. Berichte-Conto.					
Bd. I der Berichte. 612 Seiten Text, 15 Tafeln, davon 4 doppelt, 209 □*cm* Holzschnitte. Die Gesellschaft entnahm 309 Exempl. (302 für Mitglieder, 6 für Ehrenmitglieder, 1 für den Schriftführer) und zahlte dafür vertragsmässig (pro Exemplar = 9,86 ℳ.)				3046	50
Div. Extra-Kosten, Gründung betreffend . . .				54	70
				3101	20
IV. Drucksachen-Conto.					
Laufende Kosten für Formulare, Couverts, Briefpapier, Streifbänder etc.				136	—
Div. Extra-Kosten, Gründung betreffend . . .				207	90
				343	90
V. Kosten-Conto.					
Laufende Kosten:					
Porto für Quittungen, Corresp., Correcturen	85,53 ℳ				
Porto für Versendung der Hefte	334,61 „				
Morren, correspondence . . .	5,00 „				
Honorar des Secretairs	600,00 „				
Instituts-Diener	10,00 „			1035	14
Div. Extra-Kosten, Gründung betreffend . . .				161	74
				1196	88

VI. Kapital-Conto.

		Einnahme		Ausgabe	
		ℳ	Pf.	ℳ	Pf
I. Per Beiträge-Conto:					
pro 1883	4396,76 ℳ				
pro 1884/85	421,00 „			4817	76
II. Per Interessen-Conto				39	25
III. An Berichte-Conto:					
Bd. I der Berichte	3046,50 ℳ				
Gründung betreffend	54,70 „	3101	20		
IV. An Drucksachen-Conto:					
Laufende Kosten	136,00 ℳ				
Gründung betreffend	207,90 „	343	90		
V. An Kosten-Conto:					
Laufende Kosten	1035,14 ℳ				
Gründung betreffend	161,74 „	1196	88		
Per Bilanz-Conto:					
Verlust des Jahres 1883 im Uebertrag				205	97
An Bilanz-Conto:					
Vorauszahlungen à Conto 1884/1885 im Uebertrag		421	—		
		5062	98	5062	98

Berichtigter Voranschlag pro 1884.

		Einnahme		Ausgabe	
48 Berliner, Ordentliche à 20,00 =	960,00 ℳ				
195 Auswärt., Ordentliche à 15,00 =	2925,00 „				
70 Ausserordentliche à 10,00 =	700,00 „	4585	—		
Verlust des Jahres 1883 im Vortrage				206	—
Berichte Bd. II				3100	—
Drucksachen				120	—
Porti				80	—
Versendung von 11 Heften à 30 ℳ				350	—
Honorar des Sekretairs				600	—
Diverse				29	—
Ueberschuss				100	—
		4585	—	4585	—

Die laufenden Kosten des Jahres 1883 erreichten die Höhe von zusammen 4217,64 ℳ; bei 302 zahlenden Mitgliedern kostete jedes Mitglied der Gesellschaft daher **13,97** ℳ. Für Gründung der Gesellschaft wurden 424,34 ℳ verausgabt.

Der Schatzmeister:
Otto Müller.

Anlage II.

Bericht

des Obmanns der Commission für die Flora von Deutschland.

Nachdem die Wahl zum Obmann der Commission für die Flora von Deutschland auf Unterzeichneten gefallen, war es zunächst seine Aufgabe an die Zusammensetzung der erweiterten Commission zu gehen. Es stellten sich hierbei allerdings nicht unerwartete, desshalb aber nicht leichter zu überwindende Schwierigkeiten heraus, indem für verschiedene Spezialgebiete die kompetentesten Persönlichkeiten der Gesellschaft nicht angehören. Hierzu kamen noch auf den persönlichen Verhältnissen mehrerer Commissionsmitglieder beruhende Hindernisse, welche ganz unverhältnissmässige Verzögerungen in den Verhandlungen zur Folge hatten. So erklärt es sich und darf auf Entschuldigung hoffen, dass die Verhandlungen über die Zusammensetzung der „erweiterten“ Commission auch heut noch nicht ganz zum Abschluss gelangt sind. Es haben ihren Eintritt erklärt, sind mithin in Folge des auf der Generalversammlung zu Freiburg i. B. der engeren Commission ertheilten Mandats auf 5 Jahre zu Mitgliedern der „erweiterten“ Commission gewählt für folgende Spezialgebiete die Herren:

1. Für Ost- und Westpreussen: Professor Dr. R. Caspary in Königsberg.
2. Für Pommern und Mecklenburg: Dr. Marsson in Greifswald.
3. Für das obersächsische Gebiet: Oberlehrer Dr. Wünsche in Zwickau.
4. Für Schleswig-Holstein incl. Hamburg: Timm in Altona.
5. Für das Oberrheinische Gebiet: Lehrer Waldner in Wasselnheim.
6. Für die Rheinprovinz incl. Nassau: Gymnasiallehrer Geisenheyner in Kreuznach.
7. Für Württemberg: Professor Dr. Hegelmaier in Tübingen.
8. Für Bayern, diesseits des Rheins: Professor Dr. Prantl-Aschaffenburg.
9. Für Böhmen: Professor Dr. Celakovsky-Prag.
10. Für Steiermark und Kärnthen: Professor Dr. F. Krasan in Prag.
11. Für die Schweiz: Conservator R. Buser in Genf.

Ferner wurden für die Abtheilungen der Kryptogamen folgende Gruppen-Referenten gewonnen:

1. Für die Gefässkryptogamen: Professor Dr. Luerssen-Eberswalde.
2. Für die Characeen: Professor Dr. Magnus-Berlin.
3. Für die Süsswasseralgen: Professor Dr. Kirchner-Hohenheim.
4. Für die Meeresalgen: Dr. F. Hauck-Triest.
5. Für die Flechten: Inspector Stein-Breslau.
6. Für die Pilze: Dr. G. Winter-Leipzig.

Ferner hat sich für das Spezialgebiet Mähren Herr A. Oborny in Znaim zum Eintritt in die erweiterte Commission bereit erklärt, welcher noch nicht als Mitglied aufgenommen ist.

Die bisherigen Mitglieder der engeren Commission haben sich event. für die Uebernahme folgender Spezialgebiete bereit erklärt.

1. Professor Dr. Buchenau-Bremen für das niedersächsische Gebiet.
2. Civilingenieur Freyn-Prag für Krain und Litorale.
3. Professor Haussknecht-Weimar für das hercynische Gebiet (Harz, Thüringen, Kur- und Oberhessen).
4. R. v. Uechtritz-Breslau für Schlesien.
5. Unterzeichneter für das märkische Gebiet und Posen.

Unvertreten sind bisher noch die Spezialgebiete:

1. Westfalen.
2. Nieder- und Oberösterreich.
3. Die Gruppe der Moose,

für welche die in Aussicht genommenen Persönlichkeiten entweder noch nicht geantwortet oder abgelehnt haben und ein geeigneter Ersatz noch nicht gefunden ist.

Es schien dem Unterzeichneten nicht angemessen den Beginn der Registrirungs-Arbeiten bis zum Abschluss der Verhandlungen über die erweiterte Commission hinauszuschieben, vielmehr hat derselbe mit der Ausführung des folgenden mit Zustimmung der übrigen Commissionsmitglieder festgestellten Planes bereits begonnen:

1. a) Es wird die in Schrader's Flora germanica gegebene Aufzählung der Literatur über die deutsche Flora copirt.
b) Es werden aus Pritzel's Thesaurus lit. bot. und
c) aus The Royal Soc. Catalogue of Scientific Papers alle auf die deutsche Flora bezüglichen Artikel excerpirt.

2. Es werden aus diesen Abschriften resp. Excerpten die in den Vorschlägen der Commission (Berichte 1883, pag. III) vorgesehenen 3 Zettelkataloge hergestellt.

3. Die auf die einzelnen Gebiete (1—20) und die Abtheilungen der Kryptogamen (21—27) bezüglichen Nummern werden den betreffenden Commissions-Mitgliedern zur Controlle resp. Fortführung bis auf die Gegenwart zugestellt.

Es wurden für diese Arbeit von dem Vorstande der Gesellschaft mit Zustimmung des Ausschusses *M* 100 zur Verfügung gestellt. Die Arbeiten 1 a und b liegen bereits vollendet vor, und ist für dieselben etwa die Hälfte obiger Summe verausgabt worden incl. des dazu erforderlichen Materials.

Ausserdem hatte das Commissions-Mitglied Prof. Dr. Buchenau-Bremen den Antrag gestellt, an Se. Excellenz dem preussischen Minister der öffentlichen Arbeiten und Vorstand des Reichs-Eisenbahn-Amtes, Herrn Maybach, eine Eingabe mit dem Wunsche zu richten, es möge den Mitgliedern der Gesellschaft gestattet werden, behufs floristischer Beobachtungen die dem Publikum unzugänglichen, zu den Eisenbahnen gehörigen Terrains zu betreten, auf denen sich häufig eine reichhaltige Flora eingeschleppter Pflanzen entwickelt. Auf diese am 3. Juli dieses Jahres eingereichte Eingabe ist am 15. desselben Monats folgender Bescheid eingegangen:

> „Ew. Hochwohlgeboren erwiedere ich auf die Namens der Commission für die Flora von Deutschland an mich gerichtete Vorstellung vom 3. d. Mts., dass dem Gesuche um Zulassung der darin bezeichneten Persönlichkeiten zu den Eisenbahn-Terrains behufs deren botanischer Erforschung nach den geltenden Bestimmungen zu meinem Bedauern nicht entsprochen werden kann.
>
> Der Minister der öffentlichen Arbeiten.
> Im Auftrage:
> Siegert.“

Magdeburg, den 17. September 1884.
P. Ascherson.

Necrologe.

George Engelmann.

Von

I. Urban.

Dr. med. GEORGE ENGELMANN stammte aus einer Predigerfamilie, welche mehrere Generationen hindurch zu Bacharach am Rhein gelebt hatte. Auch sein Vater hatte Theologie studirt, widmete sich aber später, indem er nach Frankfurt am Main übersiedelte und daselbst eine höhere Töchterschule gründete, dem pädagogischen Berufe. Hier wurde G. ENGELMANN, als ältestes von 13 Kindern, am 2. Februar 1809 geboren. Schon auf der Schule zeigte sich seine grosse Neigung zu den Naturwissenschaften, besonders zur Botanik, deren Studium er, im Verein mit gleichgesinnten Mitschülern, wie FERD. LINDHEIMER und GEORG FRESENIUS, seine Freistunden widmete. In Heidelberg, wo er 1827 seine medizinischen Studien begann, trug der freundschaftliche Verkehr mit ALEXANDER BRAUN, KARL SCHIMPER und G. BISCHOFF nicht wenig dazu bei, diese seine Neigung zu befestigen. Nach zweijährigem Aufenthalt auf der Berliner Universität wurde er im Sommer 1831 zu Würzburg auf Grund seiner Dissertation: *De Antholysi Prodromus* (mit 5 Tafeln, Frankfurt 1832), welche sogar die Aufmerksamkeit seines Landsmannes GOETHE kurz vor dessen Tode in hervorragendem Masse auf sich zog, zum Doctor Medicinae promovirt. Nachdem er das Frühjahr und den Sommer 1832 zu medizinischen Studien in den Cholerahospitälern, aber auch im Verein mit BRAUN und AGASSIZ zu andern wissenschaftlichen Zwecken in Paris zugebracht hatte, siedelte er im Herbst desselben Jahres nach den Vereinigten Staaten von Nordamerika, wo er im Auftrage seiner Oheime im Thale des Mississippi Ländereien ankaufen sollte, über, und führte hier einige Jahre hindurch ein unstetes, vielfach botanischen Forschungen gewidmetes Leben; er machte in den Staaten Illinois, Missouri, Arkansas und darüber hinaus im Indianerterritorium reiche Sammlungen, von denen eine beträchtliche Menge nach Deutschland an seine botanischen Freunde, besonders an A. BRAUN, und an das Berliner botanische Museum wanderten. Seit dem Jahre 1835 lebte er als vielbeschäftigter praktischer Arzt in dem damals noch kleinen Grenzstädtchen St. Louis, welches er in dem folgenden halben Jahrhundert zu einer der Grossstädte der Union heranwachsen sah.

Da ENGELMANN von nun an vorzugsweise von der Ausübung seines medizinischen Berufes in Anspruch genommen wurde, so musste er auf persönliche Sammelthätigkeit vor der Hand verzichten. Dafür aber trug er durch Aufmunterung und mancherlei Beihülfe vielfach zur Erforschung entlegener Gebiete der Freistaaten bei; so erforschte, von ihm angeregt, Karl A. Geyer die Umgebung von St. Louis, Ferd. Lindheimer das vor ihm nur von Drummond besuchte Texas und August Fendler die jungfräulichen Gebirge von New-Mexico.

Europa besuchte Engelmann wieder in den Jahren 1840, wo er sich mit seiner Nichte in Kreuznach verheirathete, 1856—58, um in Paris die Ausführung der Tafeln zu seiner grossen Cacteen-Arbeit zu leiten, 1868—69, und zum letzten Male zur Wiederherstellung seiner sehr angegriffenen Gesundheit im Jahre 1883. Die letzte Reise wirkte anfänglich so wohlthätig auf ihn ein, dass er einige botanische Untersuchungen in Deutschland in Angriff nehmen konnte; aber bald traten die Folgen eines Herzleidens in Besorgniss erregender Weise hervor, so dass der geistig jugendfrisch gebliebene, an rastlose Thätigkeit gewöhnte Mann sich zu unfreiwilliger Ruhe verurtheilt sah und den europäischen Aufenthalt abkürzen musste, um nach Amerika zurückzukehren. Er kam dort in scheinbar wiederhergestellter Gesundheit an, so dass zu hoffen stand, dass er seine unvollendeten wissenschaftlichen Arbeiten in Musse zu Ende führen würde. Nachdem er den Winter zu Hause verlebt hatte, starb er nach kurzer Krankheit am 4. Februar im Alter von 75 Jahren.

Als sich Engelmann's äussere Verhältnisse in Folge seiner ärztlichen Thätigkeit besser, später sogar glänzend gestaltet hatten, hatte er nicht nur mehrere wissenschaftliche Forschungsreisen in seinem Adoptiv-Vaterlande, in den Gebirgen von Nord-Carolina und Tennessee, in den Rocky-Mountains und den benachbarten Ebenen von Colorado, sowie in den angrenzenden Territorien unternommen, wo er die Cacteen, die Coniferen und andere von ihm meisterhaft bearbeitete Pflanzengruppen in natura studirte, sondern sich auch mit erneutem Eifer dem Studium besonders schwieriger Familien und Gattungen zugewendet. Bei der Auswahl derselben leitete ihn bisweilen der Zufall, der ihm gerade das Material zuführte, besonders aber bewog ihn das Streben, Klarheit in dunkle und wenig verstandene, daher vielfach vernachlässigte Pflanzengruppen zu bringen. Um diese Arbeiten hinreichend zu würdigen, muss man sich daran erinnern, dass er der berühmteste und angesehenste Arzt von St. Louis war und eine sehr ausgebreitete Praxis hatte, und dass er nur die ihm übrig bleibenden Mussestunden, die eigentlich der Erholung dienen sollten, zu wissenschaftlichen Untersuchungen verwenden konnte. Die Anzahl von Engelmann's botanischen Aufsätzen und Abhandlungen, welche von Professor Sargent in Coulter's Botanical Gazette (May 1884) aufgeführt sind, beläuft sich auf ungefähr 100. Sein erster monographischer Versuch betraf die Gattung *Cuscuta* (Am. Journ. of Sc. 1842), von welcher man damals aus den Vereinigten Staaten nur eine Art kannte, von welcher er aber 14 gut charakterisirte Spezies aufzählte. Nachdem er sodann das Material der wichtigsten Europäischen Herbarien durchstudirt hatte, veröffentlichte er im ersten Bande der St. Louis Acad. of Science 1859 die eigentliche systematische Uebersicht über alle 77 Arten (von P. ASCHERSON in das Lateinische übersetzt, Berlin 1860).

Es folgten sodann seine Werke über die Familie der *Cacteen*, zu welchen ihm die ersten Exemplare von LINDHEIMER aus Texas und bald darauf noch viel reichlicher von den Botanikern der Grenzregulirungs-Commission der Vereinigten Staaten und Mexiko's zugeschickt waren. Seine diesbezüglichen Arbeiten in Dr. A. WISLICENUS Werke über eine Expedition von Missouri nach Nord-Mexiko, seine *Synopsis of the Cacteae of the territory of the United States and adjacent regions* (Proc. Amer. Acad. 1856), seine beiden illustrirten Abhandlungen über die südlichen und westlichen Arten in dem *Report on the Botany of the Expedition of Lieut. A. W. Whipple* (1846) und in *United States and Mexican Boundary Survey under the order of Lieutenant Colonel W. H. Emory* (1858), in welchen er die natürliche Anordnung der Species zum ersten Mal auf Blüthen- und Fruchtcharaktere gründete, waren für diese ganz besonders schwierige Familie grundlegend und machten den Verfasser zu der ersten Autorität in derselben.

Zwei andere Amerika eigenthümliche Pflanzengruppen, die ebenfalls an Herbarienexemplaren sehr schwierig zu studiren sind, behandelte er unter dem bescheidenen Titel: *Notes on the Genus Yucca* (Trans. St. Louis Academy III. a. 1873) and *Notes on Agave* (ibid. a. 1875), letztere unter Beigabe von Photographien, und verbreitete über diese Stiefkinder der Botaniker, die grösstentheils in unwissenschaftliche Hände gefallen waren, mit einem Male das klarste Licht.

Weniger schwierig in Bezug auf das Material, aber einer sorgfältigen und gründlichen Untersuchung um so bedürftiger, waren die kleineren Gattungen, welche er wenigstens rücksichtlich der nordamerikanischen Arten durcharbeitete: *Juncus* (Trans. St. Louis Acad. II.), *Euphorbia* (in den genannten Reports), *Sagittaria* und Verwandte, *Callitriche*, *Isoëtes*, über welche er lange Jahre mit deren gründlichem Kenner, seinem Freunde ALEXANDER BRAUN, correspondirt hatte (Trans. St. Louis Acad. IV. a. 1882), die nordamerikanischen Loranthaceen, *Sparganium*, gewisse Sectionen von *Gentiana* etc.

Von der grössten Wichtigkeit sind ENGELMANN's ausgezeichnete Arbeiten über die amerikanischen Eichen und Coniferen, welche als die Resultate lang fortgesetzten und sehr gewissenhaften Studiums meist in den Transactions der Academie von St. Louis publicirt wurden. Dasselbe gilt von seinen Studien über die nordamerikanischen *Vitis*-Arten, deren genaue Kenntniss wir ihm fast ganz allein verdanken.

Endlich sind noch zu erwähnen die Bearbeitungen ganzer Sammlungen, von welchen er die eine: *Plantae Lindheimerianae* (I. a. 1845, II. a. 1847) mit Asa Gray zusammen, die andere in Wislizenus' *Memoir of a Tour to Northern Mexico* a. 1848 allein herausgab.

Als Kritik der Engelmann'schen Arbeiten mögen hier zum Schluss die Worte seines Freundes und kompetentesten Beurtheilers Asa Gray eingefügt werden: „Nothing escaped his attention; he drew with facility; and he methodically secured his observations by notes and sketches, available for his own after use and for that of his correspondents. But the lasting impression which he has made upon North American botany is due to his wise habit of studying his subjects in their systematic relations, and of devoting himself to a particular genus or group of plants (generally the more difficult) until he had elucidated it as completely as lay within his power. In this way all his work was made to tell effectively.“

George Bentham.

Von

I. Urban.

George Bentham, der Sohn des General Sir Samuel Bentham, wurde am 22. September 1800 zu Plymouth, wo sein Vater damals Inspektor der Königl. Seemagazine war, geboren. Als Knabe brachte er einige Jahre in St. Petersburg zu und eignete sich bei dieser Gelegenheit die Kenntniss der russischen Sprache an. Von 1814—26 hielt er sich im südlichen Frankreich auf und begann daselbst seine botanische Laufbahn mit dem Studium der Pflanzen von Angoulême und Montauban, dem bald Untersuchungen über die Flora der Pyreneen folgten; die Resultate derselben finden sich in seinem ersten Werke niedergelegt. Nach seiner Rückkehr nach England im Jahre 1826 hatte Bentham zuerst die Absicht, sich der Jurisprudenz zu widmen, gab aber bald diesen Plan auf und wendete sich ausschliesslich der Botanik zu, deren systematischer und pflanzengeographischer Theil durch ihn die weitgehendste Förderung erfahren sollte. Er wurde Mitglied der Horticultural Society zu einer Zeit, als diese reich fundirte Gesellschaft Sammler in die verschiedensten, botanisch noch wenig oder garnicht untersuchten Länder ausschickte; die z. Th. in Verbindung mit Lindley ausgeführte Bearbeitung dieser Pflanzenschätze, von welchen die Doubletten an die grösseren auswärtigen Museen vertheilt wurden, lieferte die ersten Publikationen auf aussereuropäischem Florengebiete, durch welche er seinen Ruf als äusserst fleissiger und gewissenhafter Florist, als scharfsichtiger und kenntnissreicher Beobachter begründete. Die Folge war, dass andere englische oder in englischen Diensten stehende Reisende ihm ihre Pflanzen zur Bearbeitung anboten und die ersten Exemplare (mit genauen Notizen über Vorkommen etc., die sich leider bei den übrigen in anderen Museen befindlichen Exemplaren gewöhnlich nicht finden) geschenk- oder kaufweise überliessen. Sein dadurch zu ganz bedeutendem Umfange herangewachsenes Herbarium schenkte er sammt seiner Bibliothek im Jahre 1854 dem Staate, unter den zwei Bedingungen, dass der Inhalt der Sammlungen dem Publikum zugänglich sein solle, und dass ihm selbst bei Benutzung derselben besondere Vergünstigungen bewilligt würden. Diese äusserst reichhaltigen Pflanzen- und Bücherschätze bildeten sammt den Sammlungen seines Freundes Sir William Hooker den Grundstock zum Kew-Herbarium¹),

---

1) Bentham vermachte demselben testamentarisch auch einen beträchtlichen Theil seines Vermögens.

welches seitdem durch die Thätigkeit und die Umsicht seiner Beamten, durch die reichlichen Geldmittel und durch die besonders günstigen Verhältnisse Englands als Kolonialmacht zu dem unzweifelhaft ersten Institute seiner Art herangewachsen ist. Hierher kam BENTHAM von London, wo er wohnte, Tag für Tag, um an seinen Monographien und Floren weiter zu arbeiten; hier in der Umgebung seiner Freunde und Schüler, wenn man die jüngeren Botaniker, die aus seinen reichen Erfahrungen und Kenntnissen Nutzen zogen, so nennen will, genoss er die grösste Verehrung; hier wurden mit besonderer Pietät dem Fremden sein Arbeitssaal, die Aushängebögen seiner Genera Plantarum gezeigt; hier machten die Ausländer die persönliche Bekanntschaft des Mannes, zu dem sie aus der Ferne bewundernd emporgeblickt hatten, und konnten sich mit ihm, einem Sprachkenner ersten Ranges, in ihrer heimischen Sprache unterhalten. Nur auf kurze Zeit im Jahre unterbrach BENTHAM seine Studien, um sich gewöhnlich auf dem Continente Erholung zu verschaffen oder um in den grösseren auswärtigen botanischen Museen Studien zu machen. Nachdem schon seit mehr denn zwei Jahren seine Körperkräfte sichtlich abgenommen hatten, erfolgte sein Tod zu London am 10. September 1884. So schmerzlich wir durch denselben auch bewegt sind, den Trost haben wir wenigstens, dass nichts Unvollendetes im Manuscripte zurückgeblieben ist, sondern dass er Alles, was er unternahm, zu Ende geführt hat, und zwar so, wie wir es von einem BENTHAM erwarten konnten.

Oeffentliche Aemter hat BENTHAM niemals bekleidet; sein bedeutendes Vermögen machte ihn ganz unabhängig und gestattete ihm, seine Zeit ausschliesslich der Botanik zu widmen. Auch zu wissenschaftlichen Ehrenstellen gelangte er, da sein etwas scheues und zurückhaltendes Wesen jegliches Aufsehen ängstlich vermied, erst in verhältnissmässig später Zeit: von der Kgl. Gesellschaft der Wissenschaften erhielt er die grösste Ehrengabe, welche sie zu verleihen im Stande ist, die Königliche Medaille; zum Präsidenten der Linnean-Society wurde er im Jahre 1861 gewählt und bekleidete dies Amt 13 Jahre hindurch mit grösster Hingebung und bestem Erfolge, indem er nicht nur seine Zeit, sondern auch seine Börse den Zwecken der Gesellschaft zur Verfügung stellte; er wurde dann Ehren- oder correspondirendes Mitglied der meisten auswärtigen botanischen Gesellschaften; auch die Deutsche Botanische Gesellschaft ernannte ihn in ihrer ersten Generalversammlung zu ihrem Ehrenmitgliede, dadurch ausdrückend, dass er sich sammt den 5 anderen zu gleicher Zeit ernannten Mitgliedern von den nicht deutschen Botanikern die grössten Verdienste um unsere Wissenschaft erworben habe.

BENTHAM war nicht nur der grösste Pflanzenkenner, der je gelebt hat, sondern auch derjenige, welcher die meisten Arten, Gattungen und Familien kritisch durchgearbeitet hat. Die erstere Eigenschaft, das

Pflanzenkennen, welches man in mehr oder weniger hohem Grade auch bei Nicht-Botanikern, besonders Gärtnern antrifft, gewinnt nur in so weit Anspruch auf wissenschaftliche Würdigung, als es die Zwecke der Wissenschaft fördert. Dass dies aber von Bentham in umfassendsten Masse geschehen ist, davon legen die zahlreichen und umfangreichen Werke, Bearbeitungen von Pflanzensammlungen sowohl wie Floren, durch welche wir die erste oder die eingehendste Kenntniss von der Verbreitung der Pflanzen auf einem grossen Theile der Erdoberfläche erhalten haben, das beredteste Zeugniss ab. Was aber den zweiten Punkt betrifft, so ist sein Gefühl für verwandtschaftliche Beziehungen der Pflanzengruppen, sein sicherer Blick, seine scharfe und knappe Diagnostik allbekannt. In Bezug auf Speziesumgrenzung war und blieb er Anhänger der alten Schule, welche möglichst das unter einem Artnamen zusammenfasst, was durch lückenlose Uebergänge mit einander verbunden ist. Wo er schwierigere morphologische Fragen streifte, deren Studium eine beträchtliche Zeit absorbirt hätte, war er in der Deutung der Thatsachen nicht immer glücklich. Aber will man es ihm oder seinen Mitarbeitern in Kew, denen ein so kolossales Material zur wissenschaftlichen Durcharbeitung sich aufdrängt, verdenken, dass sie der systematischen und pflanzengeographischen Seite allein ihr Augenmerk zuwenden, dass sie der Lösung der zahlreichen pflanzengeographischen Räthsel, der Einverleibung der verwandtschaftlich noch dunklen Gruppen in das System, der Ausfüllung der Lücken zwischen den grösseren oder kleineren Abtheilungen durch sorgfältige Untersuchung und Beschreibung neuer Pflanzenformen ihre ganze Zeit und Arbeitskraft widmen?

Was Bentham's wissenschaftliche Arbeiten betrifft, so kann bei der Fülle derselben nur auf die wichtigsten an diesem Orte hingewiesen werden; seine zahllosen Aufsätze und Abhandlungen, welche in den Schriften der Londoner Linnéischen Gesellschaft, sowie in den von der Direction der Kew-Gardens herausgegebenen Zeitschriften und a. a. O. niedergelegt sind, müssen hier ganz unerwähnt bleiben. Sogleich seine erste Arbeit: *Catalogue des plantes indigènes des Pyrénées et du Bas-Languedoc* (1826) documentirt seinen Scharfsinn und seine eminente kritische Begabung. Die im ersten Viertel dieses Jahrhunderts von Willdenow und Andern nach unvollkommenen oder Gartenexemplaren dürftig beschriebenen oder schlecht abgegrenzten Arten werden hier, soweit sie das angegebene Gebiet betreffen, einer Kritik unterzogen; Bentham betont zugleich die Wichtigkeit, die Originalexemplare zum Studium heranzuziehen, was bis dahin kaum geschehen war, und macht gegen die übermässige Zersplitterung polymorpher Arten Front.

Bentham's erste und grösste Monographie, als selbständige Arbeit: *Labiatarum genera et species* 1832—36 erschienen, betraf die schwierige und dabei keineswegs besonders interessante Familie der Labiaten.

Daran reihten sich die Monographien für DE CANDOLLE's Prodromus: der Polemoniaceen 1845, der Scrophulariaceen 1846 mit 1879 Arten, der Labiaten 1848 mit 2401 Arten und einiger anderer kleinerer Familien oder Tribus, welche in diesem grossen Werke an Zahl zwar gering sind, an gründlicher Durcharbeitung aber zu den besten zählen und an Umfang so bedeutend sind, dass BENTHAM unter allen Mitarbeitern des Prodromus in Bezug auf Seitenzahl die vierte Stelle einnimmt.

Von Bearbeitungen grösserer Pflanzensammlungen sollen nur zwei hervorgehoben werden: Die *Plantae Hartwegianae* 1839—57, welche sich zum Theil auf dasselbe Gebiet beziehen, welches von KUNTH in HUMBOLDT, BONPLAND, KUNTH's Nova Genera et Species Plant. behandelt ist, welche aber mit viel mehr Kritik geschrieben sind, als man in dem KUNTH'schen so splendid ausgestatteten und umfangreichen Werke findet, und die *Botany of the Voyage of H. M. S. Sulphur* 1844, worin die auf jener Expedition besonders im nordwestlichen Amerika und Ostasien gesammelten Pflanzen aufgezählt und beschrieben wurden.

Unter den Floren ist vorweg zu erwähnen der grosse Antheil, welchen BENTHAM durch die Bearbeitung der Leguminosen an MARTIUS und EICHLER's Flora Brasiliensis hat, 2 Bände in Folio 1859—62 (vol. XV, pars I) und 1870—76 (vol. XV, pars II) erschienen, ferner unter den von HOOKER in's Leben gerufenen Kolonialfloren die *Flora Hongkongensis* 1861 und die 7 Bände der *Flora Australiensis* 1863—78. Das letztere Werk, in welchem 8414 Arten aus 1393 Gattungen beschrieben sind, würde für sich allein schon BENTHAM den Ruf und Ruhm eines der grössten Floristen eingetragen haben. Gegen die Art, wie die Arbeit hier und da citirt wird (Bentham und Müller's Flor. Austral.), legt BENTHAM entschieden Verwahrung ein; nicht eine „cooperation“, sondern eine „assistance“, wie sie auch auf dem Titel ausgedrückt ist, hat er von BARON FERD. VON MÜLLER erfahren, der ihm seine Sammlungen und zahlreichen Manuskript-Bemerkungen in liberalster Weise zur Verfügung gestellt und sein eigenes Projekt einer allgemeinen Flora von Australien BENTHAM zu Liebe aufgegeben hatte. Ein Zusammenarbeiten auf Grund von Correspondenz war schon durch die grosse Entfernung zwischen London und Melbourne ausgeschlossen. — Eine für Anfänger bestimmte Flora der britischen Inseln gab er unter dem Titel: *Handbook of the British Flora* 1858 heraus; in derselben wendete er als Erster unter den englischen Lokalfloristen bis zu den Species herab die analytische Methode an und fügte in einer späteren Auflage 1295 von FITCH's Meisterhand nach der Natur gezeichnete Illustrationen hinzu.

Wir kommen nun zu dem bedeutendsten Werke, der Quintessenz von BENTHAM's 60-jährigen botanischen Studien, zu den: *Genera Plan-*

tarum ad exemplaria imprimis in herbariis Kewensibus servata definita (3 Bände, London 1862—83), welche er im Verein mit SIR JOSEPH D. HOOKER bearbeitete. Die ausgedehnteste Erfahrung, das sichere Urtheil, der bewundernswerthe systematische Takt, die grosse Sprachkenntniss, die unglaublichste Arbeitskraft, welche BENTHAM auszeichneten, befähigten ihn ganz besonders dazu und liessen es denkbar erscheinen, dass er, der beim Beginne der Arbeit dem 60. Lebensjahre nahe stand, vielleicht noch die Hälfte der Genera fertig stellen würde. Er hat aber diese Erwartung bei weitem übertroffen, indem er nicht nur, wie wir sogleich sehen werden, fast drei Viertheile des grossen Werkes allein vollendete, sondern auch zu derselben Zeit mehrere andere grosse Arbeiten, so die Flora Australiensis zu Ende führte. Mögen auch Monographen von Familien, deren Untersuchung durch die complicirten morphologischen Verhältnisse von Blüthenstand und Blüthen oder durch die Unzugänglichkeit hinreichenden lebenden Materials oder selbst nur durch die minutiösen Grössenverhältnisse der Blüthen besonders schwierig ist, erhebliche Aussetzungen zu machen haben, immerhin bleiben die Genera Plantarum eins der wichtigsten botanischen Werke unserer Zeit, welches jedem Botaniker, auch dem Physiologen und Anatomen, wenn er sich nicht speciell auf Kryptogamenkunde beschränkt, unentbehrlich ist. — Nachdem die Genera Plantarum von LINNÉ (1737—64), von JUSSIEU (1789), von ENDLICHER (1836—50), von MEISSNER (1836—43) der Reihe nach veraltet waren, stellte sich wiederum das dringendste Bedürfniss heraus, eine auf eigene Beobachtung und Untersuchung gegründete Neubearbeitung der Pflanzengattungen und Familien zu besitzen. Für einen einzelnen war die Aufgabe zu ungeheuer. BENTHAM entschloss sich daher, seine Abneigung gegen gemeinschaftlich auszuführende Werke bei Seite zu setzen und mit HOOKER zusammen die Arbeit zu übernehmen. Sie vertheilten die Familien behufs der Specialuntersuchung unter sich, unterstützten sich aber gegenseitig mit Rath, wenn Zweifel oder Schwierigkeiten sich in den Weg stellten, lasen der Eine des Anderen Manuskript durch, wenigstens rücksichtlich der Ordnungscharaktere, der Bemerkungen allgemeineren Inhalts, der generischen Anordnung, und überwachten gemeinschaftlich auf das sorgfältigste den Druck. Da aber HOOKER in der Folge von Amtsgeschäften vielfach in Anspruch genommen war, auch durch Reisen seine Arbeit unterbrechen musste, so fiel der grösste Antheil BENTHAM zu. Der systematischen Darstellung der schwierigeren und grossen Familien liess Letzterer die so hoch interessanten und inhaltsreichen Abhandlungen über Geschichte, Nomenclatur, systematische Anordnung, Ursprung und geographische Verbreitung vorangehen, von denen die wichtigsten die *Notes on Compositae* (Journ. Linn. Soc. XIII, p. 335—577), *Euphorbiaceae* (l. c. XVII, p. 185—267), *Orchideae* (l. c. XVIII, p. 281—360), *Gramineae* (l. c. p. 14—134) sind; dieselben

Themata behandelte die freilich nicht im Anschluss an die Genera Plantarum, sondern an die Bearbeitung der Mimoseen für die Flora Brasiliensis erschienene Abhandlung: *Revision of the suborder Mimoseae* (Trans. Linn. Soc. III. 1875. p. 335—688), welche hier noch nachträglich erwähnt sein möge. In dem Werke selbst ist bei den einzelnen Familien keine Angabe über die Autorschaft enthalten; nur an jenen Notes und wenn neue Genera aufgestellt sind, kann man an dem Autor erkennen, wer die betreffende Familie bearbeitet hat. Erst im Jahre 1883 gab Bentham (in Linn. Soc. Journ. XX. p. 306) eine Mittheilung darüber. Da dieselbe behufs richtigen Citirens etc. von grosser Wichtigkeit ist, so habe ich aus ihr über Bentham's Antheil folgende Zusammenstellung angefertigt:

Band I (1862—67).

1. Ranunculaceae — 10. Papaveraceae, p. 1—56;	10	Familien,	56	Seiten
14. Cistineae — 35. Humiriaceae, p. 112—247;	22	„	135	„
38. Geraniaceae, p. 269—278;	1	„	9	„
45. Olacineae, p. 342—355;	1	„	14	„
57. Leguminosae, p. 434—600;	1	„	166	„
67. Myrtaceae, p. 690—725;	1	„	35	„
80. Umbelliferae — 81. Araliaceae, p. 859—947;	2	„	88	„

Band II (1873—76).

85. Valerianeae — 91. Campanulaceae, p. 151—564;	7	„	413	„
101. Sapotaceae (e. p.) — 127. Plantagineae, p. 650—1225;	27	„	575	„
Dazu 46. a. Cyrilleae, p. 1225—1226;	1	„	2	„

Band III (1880—83).

134. Polygoneae — 135. Podostemaceae, p. 88—115;	2	„	27	„
138. Aristolochiaceae — 149. Santalaceae, p. 121—231;	12	„	111	„
151. Euphorbiaceae — 166. Cycadeae, p. 239—447;	16	„	208	„
167. Hydrocharideae — 186. Juncaceae, p. 448—869;	20	„	422	„
196. Eriocauleae — 200. Gramineae, p. 1019—1215;	5	„	196	„
	128	Familien,	2457	Seiten

Da die gesammten in dem Werke behandelten 200 Phanerogamen-Familien, ohne Rücksicht auf die Addenda und Corrigenda, auf Familienübersicht und Index, 3393 Seiten füllen, so ist Bentham's Antheil an der Arbeit mit 72,4 pCt. zu verzeichnen.

Mittheilungen.

1. P. Sorauer: Wirkungen künstlicher Fröste.

Eingegangen am 20. September 1884.

Die Unsicherheit unserer Kenntnisse darüber, welche von den vielen nach Frostjahren auftretenden Beschädigungen der Vegetation wirklich auf Frostwirkung und welche auf andere Ursachen zurückzuführen sind, hat zu Differenzen unter den Pathologen geführt. Die hauptsächlichste augenblickliche Differenz bezieht sich auf die Krebsgeschwülste der Bäume, von denen der Vortragende behauptet, dass die erste Veranlassung dazu eine nachweisbare Frostbeschädigung sei. Die Art der Frostwunde charakterisirt aber nicht den Krebs, sondern die Art des Heilungsvorganges. Die Wundüberwallung ist eine so üppige, der aus anfangs gefässlosem, stärkestrotzendem Holzparenchym aufgebaute Holzkörper des Ueberwallungsrandes ist ein so lockerer, dass er leicht den wiederkehrenden Frostwirkungen der nächsten Jahre erliegt und auf diese Weise ein mehrjähriges Fortschreiten der Wunde veranlassen kann.

Zur Stütze seiner Ansicht hat nun der Vortragende seit längerer Zeit versucht, solche Wunden, wie sie im Centrum der Krebsgeschwülste vorkommen, durch Einwirkung künstlicher Kälte auf gesunde Zweige verschiedener Bäume zu erzeugen. Er hat dabei die Erfahrung gemacht, dass die mechanischen Wirkungen des Frostes, welche in verschiedenen Zerklüftungserscheinungen der Gewebe bestehen, bei den langsamer sich einstellenden Frösten von geringer Intensität in den Vordergrund treten, dass dagegen bei schnell sich entwickelnden starken Frösten sofort die mit Bräunung und Tödtung des Gewebes verbundene chemische Wirkung überwiegt. Erstere Art der Beschädigungen finden sich bei den Frühjahrsfrösten, während die letztere bei den Winterfrösten stets auftritt.

Die Versuche wurden in der Weise durchgeführt, dass Zweige gesunder Bäume in einen Glascylinder eingeführt wurden, der mit einer Kältemischung umgeben war. Nach dem Abheben des Kältecylinders verblieben die Zweige noch mehrere Monate an den Bäumen, um zu sehen, in welcher Weise der Baum die durch den Frost zugefügten Beschädigungen ausheilen wird. Die Versuche wurden im Juni unternommen, nachdem eine vorhergehende Prüfung ergeben, dass die späten Maifröste schadlos vorübergegangen waren.

Es ergab sich, dass kurzdauernde, 15—30 Minuten währende, von —4 bis —12° C. schwankende Frostwirkungen sich durch Aenderungen im Bau des Jahresringes kenntlich machten. Verletzungen der Cambiumzone konnten gänzlich fehlen und der Zweig nach der Frostwirkung an seinem ganzen Umfange gleichmässig fortwachsen. Dennoch war der Einfluss des Frostes dadurch kenntlich, dass das nach der Kälte gebildete Holz (Nachfrostholz) mit lockerem Baue begann, also weitere dünnwandigere Zellen besass. Dadurch, dass dasselbe auch durch grösseren Stärkereichthum minder durchsichtig war, wurde die Abgrenzung vom Vorfrostholz noch schärfer, so dass in einzelnen Fällen (*Syringa*, *Pirus*) man einen neuen Jahresring entstanden glaubte. Ausser dieser durch verändertes Holzwachsthum hervorgerufenen Bildung falscher Jahresringe war nicht selten ein Unterschied zwischen Vor- und Nachfrostholz dadurch bemerkbar, dass Ersteres durch theilweise Ausfüllung der Gefässe entweder mit gummiartig aussehenden Massen (*Pirus*) oder mit Thyllen (*Juglans*) sich von dem mit unverstopften Gefässröhren versehenen Nachfrostholze kenntlich machte.

An dieser Grenze zwischen Vor- und Nachfrostholz ergab sich als eine schon stärkere Frostwirkung das Auftreten der Frostlinie, d. h. eines gelben Gewebestreifens, der durch Quellung und Verfärbung der Intercellularsubstanz, Mittellamelle und ganzer Zellwandungen entstanden war. In höheren Entwicklungsstadien ging die Frostlinie in den Frostring über. Die kreisförmige, dem Verlaufe des Jahresringes folgende, einen Theil des Zweigumfanges einnehmende Linie erschien dann verbreitert dadurch, dass ganze Zellen in den Quellungsprozess hineingezogen waren und dass diese Linie nach aussen von einem mehr oder weniger breiten Streifen von stärkestrotzendem Holzparenchym umgeben war, welches allmählich wieder in normales Holz überging. Hier muss also die Frostwirkung bereits zu einer einseitigen Rindenlockerung geführt haben, in Folge deren ein verminderter Rindendruck die Cambiumzone zu erhöhter Zelltheilung angeregt hat.

Noch hochgradigere Stadien der Rindenlockerung bestehen endlich darin, dass in der Rinde ein Riss bis auf das Cambium herab erzeugt wird. Da bei den vorliegenden künstlichen Frostversuchen die Kältewirkung in die Zeit der grössten Cambialthätigkeit fiel, so war ein Schluss der Risswunde durch Ueberwallung sofort herzustellen. Die gebräunte Wunde bildete ein schmales, nach der Rinde spitz verlaufendes Dreieck, in dessen Umgebung zunächst der Holzkörper wiederum aus gefässarmem Holzparenchym bestand, das allmählich in das normale Holz überging.

Im Anschluss an diese künstlich erzeugten Frostrisse bringt Vortragender eine neue Krankheitserscheinung an *Spiraea opulifolia* zur

Ansicht, die er „Spireenkrebs“ nennt. An den zum Theil klaffend gespaltenen Stämmen erscheinen, die Wundränder bekleidend oder auch mitten aus unversehrtem Gewebe hervorbrechende, bis 2 *cm* erreichende kugelige, weiche Holzwucherungen, die in ihrem Bau sich an die Krebsgeschwülste des Weinstockes anschliessen. Das interessanteste und bis jetzt noch nicht beobachtete Vorkommniss dabei ist aber die ein Jahr vor Entstehung der Krebsgeschwülste bereits stattfindende Vorbereitung des Achsenkörpers durch Bildung eines radialen Zellenstreifens von weitlumigen Holzzellen und Holzparenchymzellen. Der unter dem Mikroskop zur Ansicht vorliegende Gewebestreifen beginnt mit einer solchen Beschädigung, wie sie oben als Rindenriss beschrieben. Das meist todte, braune Gewebedreieck ist bald geschlossen durch gesundes Holz, das aber in dem Radius, der die Spitze des Frostdreiecks trifft, gelockert bleibt durch Ausbildung weitlumiger, garbenförmig nach aussen sich vermehrender Holzparenchymzellen. Parallel mit der veränderten Holzbildung geht ein hypertrophirendes Rindenwachsthum und in Folge dessen erhebt sich im Vorjahre der Entstehung der eigentlichen Krebsgeschwulst schon ein Kegel gelockerten Gewebes über die normale Peripherie des Stammes. An diesen weichen Stellen hat nun ein späterer Frost seinen Hauptangriffspunkt.

Eine bei künstlichen Frostversuchen sehr häufig auftretende Erscheinung ist das Absterben kleinerer oder grösserer Rindenplatten (Frostplatten). In der diesjährigen Versuchsreihe ergaben sich Beispiele sehr geringer Anfänge der Frostplattenbildung. Es erschienen scharf begrenzte Stellen der primären Rinde todt und eingetrocknet; die abgestorbene Zone erstreckte sich bis unter die primären Hartbastbündel und war mit diesen durch eine uhrglasförmige Korkzone aus dem gesunden Gewebe herausgeschnitten. Mehrfach liess sich im Centrum der kleinen Frostplatten eine Lenticelle noch erkennen, so dass die Vermuthung nahe gelegt ist, die Frostwirkung sei von der Lenticelle ausgegangen. Bisher gelangte nach der Einwirkung künstlicher Fröste zum ersten Male zur Beobachtung die Entstehung eines isolirten, annähernd kugeligen Holzkörpers in der Rinde um eine Hartbastzellengruppe herum. Diese Bildung ist nicht von den Anfängen der Holzknollen, wie solche vielfach bei den verschiedensten Bäumen im Freien zu beobachten sind, zu unterscheiden. Eine solche Holzknollenbildung, erklärt sich der Vortragende in folgender Weise. Man sieht nach der Bildung von Frostplatten ungemein häufig einzelne erkrankte Hartbastbündel der Umgebung durch eine Korkumwallung vom gesunden Rindenparenchym isolirt. Die Korklage entsteht in verschiedener Mächtigkeit aus dem umgebenden Parenchym. Wenn durch begünstigende Umstände ein grösserer Zufluss von plastischem Material zur Umgebung der Hartbastbündel gelangt, entsteht eine dauernd produktionsfähige Meristemzone, welche nicht Korkzellen, sondern aus einer normalen Cambiumzone

Holz- und Rindenelemente bildet, welche sich schaalenförmig um den Bastkern herumlegen. In dem vorliegenden Falle war das die Nährstoffzufuhr begünstigende Moment das Absterben der oberen Zweigtheile durch Frost und das von einem nahen Seitenzweige gelieferte Material, welches keine genügend schnelle Ableitung abwärts hatte. Es dürfte in vielen Fällen die bisher in ihren Ursachen nicht erkannte Holzknollenbildung in der Rinde auf ähnliche Störungen zurückzuführen sein. Bei *Fagus* wurden an frostbeschädigten Zweigen derartige Knollenbildungen mehrfach beobachtet.

Pomologisches Institut in Proskau.

2. Möbius: Die mechanischen Scheiden der Secretblätter.

Eingegangen am 20. September 1884.

Es giebt einige Fälle, wo um Secretbehälter, besonders schizogene Intercellulargänge, die angrenzenden Zellen in einer oder mehreren Schichten sklerenchymatisch verdickte Wände und langgestreckte Gestalt haben. Am deutlichsten zeigt sich dies in den *Pinus*-Nadeln und in den Adventivwurzeln der *Philodendron*-Arten. Hier wird das den Intercellularraum umgebende Epithel durch die Bastscheiden scheinbar ganz von dem übrigen Gewebe abgeschlossen. Doch müssen Zugangsstellen vorhanden sein, durch die aus dem parenchymatischen Gewebe das Material zum Secret in die Epithelzellen geleitet wird, und solche sind auch vorhanden, indem zwischen den dickwandigen einzelne dünnwandige Zellen auftreten, ganz analog den Unterbrechungen in der Schutzscheide. Bei den *Pinus*-Nadeln sind die Verhältnisse nicht überall gleich und die Arten lassen sich in drei Gruppen zusammenfassen: 1) um das Epithel ist eine Bastscheide von 1—2 Schichten, deren Zellen sehr dickwandig sind, ausgebildet, nur einzelne dünnwandige Zellen treten als fensterartige Oeffnungen in derselben auf (*P. silvestris*, *Laricio*, *Pumilio*, *Benthamiana* u. a.); 2) die Scheide besteht zumeist aus dünnwandigen Zellen und die dickwandigen sind zwischen denselben vertheilt (*P. densiflora*, *Torreyana*, *Coulteri*); 3) alle Zellen der Scheide sind dünnwandig oder besitzen nur wenig verdickte Wände, so dass einzelne Zugangsstellen oder einzelne besondere mechanische Zellen sich nicht unterscheiden lassen. Hier haben wir zwei Fälle, indem die Harzgänge und ihre Scheiden rings von Parenchym umgeben sind (*P. maritima*, *Hudsonica*, *Jeffreyi* u. a.) oder sich an das Hypoderma anlegen (*P. Strobus*, *excelsa*, *longifolia* u. a.). Die Harzgänge sind überall oben und unten geschlossen, unten geht die Scheide allmählich in das parenchymatische Gewebe über, oben setzt sie sich noch etwas über dem Ende des Ganges fort und die Form der Zellen verändert sich dabei nicht. — In den Adventivwurzeln aller *Philodendron*-Arten wird die Rinde von Harzgängen durchzogen, die in mehreren concentrischen Kreisen angeordnet sind. Die Scheide ist hier fast immer mehr als zweischichtig, besonders bei den Harzgängen der mittleren Kreise. Bei den peripherischen ist die Scheide meist nach aussen unterbrochen. Für die anderen, mit ringsum gehender Scheide haben wir wiederum drei Fälle zu unterscheiden: 1) Die Scheiden sind, ausser einem kleinen, dem Ansatz an den Stamm nächsten Stücke, in der ganzen Wurzel durch Zugänge von dünnwandigen Zellen an einer oder mehreren Stellen ihres Umfanges unterbrochen (*Ph. sanguineum* u. a.); 2) die Unterbrechungen treten nur in dem jungen Ende der Wurzel auf, während die Scheiden im grössten Theil des Längsverlaufes den Canal lückenlos umschliessen (*Ph. cannaefolium* u. a.); 3) auch in den jungen Theilen der Wurzel schalten sich keine dünnwandigen Zellen zwischen die dickwandigen des Beleges ein, sondern alle Zellen desselben verdicken ihre Membranen gleichmässig, aber ganz allmählich (*Ph. pinnatifidum* u. a.). Beim Uebergang der Wurzel in den Stamm nimmt die Zahl der mechanischen Zellen in der Scheide sehr rasch ab und die Secretgänge mit ihren Epithelzellen endigen im Parenchym. Verschiedene Modificationen lassen sich hier nicht unterscheiden.

Die im Folgenden anzuführenden Fälle sind bei Weitem weniger geeignet, die Einrichtungen in den mechanischen Scheiden, durch welche der physiologischen Anforderung des Säfteaustausches entsprochen wird, zu illustriren, als die bisher beschriebenen. Sie werden deshalb auch mehr als Beispiele, dass überhaupt Schutzscheiden um Secretbehälter vorkommen, zu betrachten sein. Zunächst finden sich Harzgänge in der primären Rinde von *Hedera Helix*, welche von einer Scheide umgeben werden, deren Zellen kleiner und dickwandiger als die des anderen Rindengewebes sind. Noch weniger hebt sich die Scheide von dem übrigen Rindengewebe ab, bei den in der secundären Rinde verlaufenden Secretbehältern von *Rhus typhina*, *cotinus*, *Pistacia lentiscus* und einigen anderen Anacardiaceen. Auch in einigen Früchten trifft man analoge Verhältnisse an, so bei den sogenannten vittae gewisser Umbelliferenfrüchte (*Orlaya platycarpa* und *Tapsia garganica*) und bei den sogenannten Septaldrüsen der Bromeliaceen (*Pitcairnia racemosa*). Hier sind immer neben dem mechanischen Gewebe grosse Stellen vorhanden, wo parenchymatisches Gewebe an die Secretbehälter grenzt.

Einen Fall, wo um secretführende Schläuche mechanische Zellen auftreten, bieten die gummi- und schleimführenden Gänge in der Blattstielperipherie der Marattiaceen, und zwar speciell der Gattung *Angiopteris*. Dass um Secretlücken, mit denen verschiedene Pflanzenformen ausgestattet sind, irgendwo sklerenchymatische Zellen auftreten, glaube ich nicht; nur dann würde zu erwarten sein, dass man auch Unterbrechungen durch dünnwandige Zellen in der Scheide vorfindet. Da, wo diese Lücken in collenchymatischem, also auch mechanischem, Gewebe liegen, sind keine solche Unterbrechungen vorhanden. Beispiele dafür bieten die Oellücken im Stamm von *Ptelea trifoliata*, im Blattstiel von *Citrus aurantium* und *Citrus medica*.

Botan. Institut der Universität Berlin.

3. A. Tschirch: Ueber Durchbrechungen der mechanischen Ringe zum Zwecke der Leitung der Assimilationsprodukte.

(Mit Tafel IX.)

Eingegangen am 2. October 1884.

Wenn es richtig ist, dass Bau und Function einer Zelle und eines Zellgewebesystems in direkter Beziehung zu einander stehen, so muss schon eine anatomische Orientirung über die wesentlichsten Punkte der Gewebephysiologie Aufschluss geben können. Dass dies thatsächlich möglich ist, lehren eine Anzahl von Arbeiten, die von Schwendener's „Mechan. Prinzip" inaugurirt, mit wesentlich anderer Fragestellung als bisher in den letzten 10 Jahren von Schwendener's Schülern angestellt wurden.

So sind unter anderen durch die anatomischen Arbeiten Haberlandt's, Westermaier's und Schulz' auch für die Beurtheilung der Frage nach den Strömungsbahnen der Assimilations- und Stoffwechselprodukte auf rein anatomischem Wege wichtige Anhaltspunkte gewonnen worden. Die starke Radialstreckung der Pallisadenzellen deutet auf radiale Leitung, die Trichterzellen auf Sammelung der Assimilationsprodukte, die Neigung gegen die Gefässbündel auf Ableitung zu diesen hin. Andererseits lassen die anatomischen Verbindungen von Milchröhren und Assimilationszellen keinen Zweifel darüber, dass eine Stoffwanderung aus den letzteren in die Milchröhren stattfindet.

Die Längsstreckung der in erster Linie leitenden Zellen der Gefässbündel (Siebröhren, Gefässe) ist schon früher als mit der Funktion derselben in Einklang stehend betrachtet worden. Andererseits deuten die zahlreichen Poren auf den Radialwänden der Markstrahlzellen auf eine in den Markstrahlen verlaufende radiale Strömung, und auch die von Schulz aufgefundene Porenverbindung zwischen Holzparenchym einer- und Markstrahlzellen und Gefässen andererseits giebt wichtige Aufschlüsse über die Strömungsbahnen der Stoffwechselprodukte.

Nach alledem war zu erwarten, dass namentlich dort, wo das Assimilationsgewebe mit dem mechanischen in Conflict geräth, wo beide, nach Aussen strebend, sich schliesslich in die Peripherie des Organs theilen müssen — überall da also, wo das Chlorophyllparenchym in Längsrinnen angeordnet ist, die nach Innen von mechanischen Elementen umgeben und scheinbar vollständig gegen die Gefässbündel abgesperrt sind, — die Frage, auf welche Weise die Assimilationsprodukte von den Orten der Bildung in die leitenden Gewebe gelangen, schon auf anatomischen Wege würde gelöst werden können. Dann da die mechanischen Elemente bekanntlich in der Querrichtung meist so gut wie undurchlässig, jedenfalls aber sehr schlecht leitend sind, so war von vornherein anzunehmen, dass die Assimilationsprodukte, deren schnelle Abführung für alle Theile unumgänglich nothwendig ist, nicht quer durch die Bastzellen des mechanischen Ringes hindurch wandern würden.

Der mechanische Ring musste also — das war von vornherein klar — auf irgend eine Weise durchbrochen werden.

Solche Durchbrechungen des mechanischen Ringes behufs Anpassung an die Funktion damit anatomisch verbundener Gewebselemente sind ja nichts Neues. Wir sehen, wie das mechanische System unter den Spaltöffnungen entweder völlig (der gewöhnliche Fall) oder nur partiell und nur so weit, als es zur Herstellung der Durchlüftung nothwendig ist (*Eriophorum Scirpus*, [Westermaier], *Kingia*, *Xantorrhoea*, [Tschirch]), unterbrochen wird Wir sehen, wie die ja auch mechanischen Zwecken dienende Schutzscheide, um den zu leitenden Substanzen Durchlass zu verschaffen, ebenso wie die mechanischen Belege der Harzkanäle (Möbius), da und dort von dünnwandigen Zellen unterbrochen wird (Schwendener), wir wissen endlich, dass auch behufs Herstellung von Verkehrswegen für das Wasser zwischen dem Assimilations- und dem epidermalen Wassergewebe die Bastrippen häufig von dünnwandigen Zellen unterbrochen werden (Westermaier).

Es fragte sich also nur, ob sich in dem oben charakterisirten Falle Durchbrechungen des mechanischen Ringes auch anatomisch constatiren liessen.

Als erstes Beispiel wähle ich die flachen Phyllocladien von *Mühlenbeckia platyclados*, weil hier kein Zweifel darüber bestehen kann, dass die grünen Gewebspartieen dieser Organe in erster Linie für die Gesammtassimilation der Pflanze in Betracht kommen.

Das mechanische Gewebe tritt hier (Fig. 3) in ziemlich regelmässigen Abständen in Form von Leisten bis an die Epidermis heran. Zwischen diesen Leisten liegt, nach Innen zu bogenförmig von einem Ringe mechanischer Zellen umgeben, das Assimilationsgewebe. Die Gefässbündel legen sich von Innen (nach dem Mark zu) an die Leisten an, werden jedoch nicht von mechanischen Zellen umgeben. Wäre, wie es auf den ersten Blick scheinen möchte, der Ring nach Innen völlig geschlossen, so müssten die in dem Assimilationsgewebe gebildeten Stoffe um in die Gefässbündel und das Mark zu gelangen quer durch die mechanischen Zellen wandern. Der Ring ist jedoch nicht continuirlich geschlossen, sondern besitzt da und dort Unterbrechungen.

Diese Unterbrechungen kommen, wie ein Längsschnitt zeigt, dadurch zu Stande, dass hie und da die mechanischen Zellen auseinander weichen und in ihrer Längsansicht, den sekundären Markstrahlen nicht unähnliche, mit dünnwandigen Zellen erfüllte Unterbrechungen zwischen sich lassen (Fig. 11). Im Querschnitt findet man dann auch von Zeit zu Zeit — nicht gerade sehr häufig — Stellen, wo plötzlich zwischen den mechanischen Zellen des Ringes dünnwandige Elemente eingeschaltet sind (Fig. 3, 4, 7, 8, 10).

Diese „Durchlasszellen“ (*d*) sind entweder allseitig ausserordentlich dünnwandig und völlig unverholzt (Fig. 3, 4, 10.), oder sie sind nur einseitig verdünnt (Fig. 6) und wenig verholzt oder aber allseitig relativ dünnwandig — den anderen mechanischen Zellen des Ringes gegenüber — und gleichfalls verholzt (Fig. 7, 8).

Sie liegen der Regel nach an Stellen des Ringes, die den Gefässbündeln benachbart sind (Fig. 3, 7, 8, 10); doch kommen auch Fälle vor, wo sie mitten im Ringe liegen (Fig. 4).

In den von mir beobachteten Fällen lagen vor diesen „Durchlasszellen“ im grünen Gewebe so gut wie ausnahmslos, rundliche, nicht grüne, sondern dicht mit Plasma erfüllte farblose Zellen, die so regelmässig die Durchbrechungsstellen begleiten, dass man durch ihr Auftreten schon auf eine etwas tiefer oder höher liegende Durchbrechungsstelle hingewiesen wird, wenn auch der Ring an der Beobachtungsstelle noch völlig undurchbrochen erscheint (Fig. 9).

Diese „Sammelzellen“ (*s*), die, in mehr oder weniger lange Längsreihen angeordnet, von oben und von unten zu den Durchbrechungsstellen des mechanischen Ringes führen, dienen, wie ich schon durch ihren Namen andeuten will, zum Sammeln der Assimilationsprodukte aus dem grünen Gewebe. Dazu erscheinen sie umsomehr geeignet, als das grüne Gewebe oftmals strahlenförmig nach diesen Punkten convergirt (Fig. 3, 4) und so gewissermassen schon durch die Form und Anordnung seiner Zellen darthut, dass die Strömungsrichtung (↑) nach diesen Sammelstellen hin verlaufend zu denken ist. Diese Zellen nehmen die Assimilationsprodukte auf und leiten dieselben in der Längsrichtung bis zu einer Durchbrechungsstelle. Hier treten dieselben durch die Durchlasszellen in die leitenden Gewebe und ist es daher durchaus keine Zufälligkeit, dass die Durchlassstellen des mechanischen Ringes vorwiegend an den Orten liegen, wo wir Gefässbündel antreffen. —

Etwas anders liegt die Sache in den Fällen, wo die Gefässbündel in die leistenförmigen Rippen des mechanischen Ringes selbst eingebettet sind (Halme vieler Gramineen und anderer Monocotylen, Fig. 1, 2).

Hier erscheint der das Assimilationsgewebe nach Innen begrenzende mechanische Ring völlig geschlossen. Dagegen sind die Stellen der Leisten, wo das Gefässbündel liegt, in eigenthümlicher Weise durchbrochen und zwar in der gleichen Weise, wie dies Schwendener schon für die isolirten Gefässbündel vieler Monocotylen angiebt. Dort liegen nämlich zwischen den beiden das Bündel bescheidenden Bastsicheln beiderseits dünnere Stellen, die zwar auch aus verholzten Zellen bestehen, ja sogar der Regel nach noch stärker verholzt sind, als die Bastzellen, deren Wandungen jedoch auffallend dünn sind (Mechan. Prinzip, Taf. III, Fig. 4).

Auch in den Fällen nun, wo das Gefässbündel in der äusseren Bastzellleiste liegt, wird beiderseits die mechanische Bescheidung des Bündels von dünnwandigen Zellen unterbrochen (Fig. 1 u. 2).

Die Zellen dieser Durchbrechungsstellen sind meist dünnwandig (Fig. 2) und ihre Wandungen besitzen ein anderes Lichtbrechungsvermögen, als die Wandungen der Nachbarzellen (Fig. 1). Oft sind sie sehr stark verholzt. Auch an diesen Durchbrechungsstellen finden sich bisweilen deutlich ausgeprägte „Sammelzellen“ (Fig. 1, 2 u. 5, bei *s*), auch hier ist das grüne Gewebe häufig gegen die letzteren hin convergent angeordnet (Fig. 2, 5).

Die ganze Orientirung der Zellen deutet also hier, wie in dem erst beschriebenen Falle, auf Leitung nach den Gefässbündeln hin. Dass es darauf auch wirklich ankommt, dass selbst in dem Falle von *Secale cereale*, wo der Halm nur schmale Chlorophyllgewebsstreifen besitzt, diese wesentlich für die Ernährung sind, also auch ausgiebig mit dem leitenden Gewebe in Verbindung stehen müssen, lehrt die Thatsache, dass die Fruchtähren des Roggens auch zu reifen vermögen, wenn man den Halm seiner Blätter beraubt.

Auch in den Fällen, wo man bisher einen continuirlichen Ring mechanischer Zellen unterhalb (d. h. innerhalb) des assimilirenden Gewebes (in welch letzteres Gefässbündel und Gruppen mechanischer Zellen eingestreut sind) annahm, fand ich stets den Ring durchbrochen, entweder durch dünnwandige, unverholzte Zellen (Halm von *Sacchar. strict.*, *Typha latifolia*) oder durch auffallend dünnwandige, verholzte Zellen (Halm von *Panicum crus galli*), sodass auch hier die Assimilationsprodukte bequem von aussen nach innen wandern können.

Einen dritten Fall, wo der mechanische Ring zum Zwecke der

Leitung der Stoffwechselprodukte durchbrochen erscheint, habe ich in einer demnächst in Pringsheim's Jahrbüchern erscheinenden Arbeit ausführlich beschrieben. Es ist dies der sog. gemischte Ring in den Rinden der dikotylen Holzpflanzen. Derselbe besteht bekanntlich aus Bastzellgruppen, die durch Steinzellen mit einander tangential verbunden sind. Diese Steinzellgruppen bilden keine im Längsverlauf continuirliche Wand zwischen den Bastzellgruppen, sondern werden vielfach von dünnwandigen Elementen unterbrochen. Es kann demnach vermittelst dieser Durchlasszellen eine bequeme Stoffwanderung durch den gemischten Ring hindurch stattfinden — unbeschadet der Erhaltung des mechanischen Werthes dieser Ringe.

Auf diese und andere, auf die mechanischen Elemente der Rinden bezügliche Fragen komme ich in der genannten Arbeit ausführlich zurück.

Pflanzenphys. Institut der königl. landwirth-
schaftl. Hochschule in Berlin.

Erklärung der Abbildungen.

d. Durchlasszellen. s. Sammelzellen. Die Pfeile zeigen die Strömungsrichtung an. Das Assimilationsgewebe ist in einem grauen Tone gehalten.

Fig. 1. *Bromus pyramidalis.* Querschnitt durch einen Theil der Randpartie des Halmes.
„ 2. *Secale cereale.* dito.
„ 3. *Mühlenbeckia platyclados.* Querschnitt durch die Randpartie eines Phyllocladiums.
„ 4. Dasselbe, Durchlasszellen in der Mitte des Ringes.
„ 5. *Secale cereale.* Querschnitt durch die Randpartie des Halmes.
„ 6, 7, 8, 10. *Mühlenbeckia platyclados.* Querschnitt durch ein Phyllocladium. Durchbrechungsstellen.
„ 9. Dasselbe, unmittelbar über einer Durchbrechungsstelle.
„ 11. Eine Durchbrechungsstelle bei *Mühlenbeckia* im Längsschnitt.

4. Emil Chr. Hansen: Neue Untersuchungen über Alkoholgährungspilze.

Eingegangen am 6. October 1884.

In Fasbender's zymotechnischer Zeitschrift (Wien 1883) theilte ich gelegentlich einige Notizen über einen Alkoholgährungspilz mit, der namentlich in chemischer und physiologischer Beziehung Interesse bietet. Hier erlaube ich mir eine ausführliche Darstellung zu geben.

Der Pilz tritt in der Natur in frischem Kuhmiste und in Rissen an süssen, saftreichen Früchten auf. In Bierwürze cultivirt entwickelt er in kurzer Zeit bei gewöhnlicher Stubentemperatur eine reiche Vegetation von saccharomycesähnlichen Zellen, die man der mikroskopischen Untersuchung zufolge als Reess' *Saccharomyces ellipsoideus* oder *Sacch. cerevisiae* bestimmen könnte. Er ruft hier eine lebhafte Alkoholgährung mit Obergährungserscheinungen hervor, und während die Kohlensäureentwickelung noch rasch im Gange ist, bildet er an der Oberfläche der Flüssigkeit eine Mycodermamembran. Setzt man die Kultur fort, so entwickeln sich mehr und mehr langgestreckte Zellen und zuletzt auch ein vollständiges Mycelium.

Die kräftigste Vegetation, namentlich mit Ausbildung von Hefezellen, erhält man in zuckerhaltigen Nährlösungen (z. B. Bierwürze, Dextrose- oder Saccharose-Lösung mit Zusatz von Hefewasser). Im Extracte von Kuh- und Pferdemist bekam ich nur eine verhältnissmässig sparsame Entwickelung. In den genannten Flüssigkeiten, so wie auch auf festeren Nährsubstraten (Kartoffelscheiben, Nährgelatine, Brod u. s. w.) bildete er nicht nur die Hefezellen, sondern auch das Mycel, eine weissmehlige Schimmelvegetation. In dieser Form kann man unseren Pilz am besten als eine Species von *Monilia* bezeichnen; er stimmt ziemlich genau mit Bonordens' Beschreibung und Abbildung von *Monilia candida* überein.

Unter Verhältnissen, wo *Sacch. cerevisiae* bis 6 Vol. pCt. Alkohol bildete, gab er kaum $1\frac{1}{2}$; wurde aber die Gährung längere Zeit fortgesetzt, so nahm auch die Alkoholmenge zu. Unter mehreren Versuchsreihen theile ich hier eine mit:

Drei zweihalsige Liter-Kolben (Pasteur's Modell) wurden zu $\frac{3}{4}$ mit sterilisirter Würze (14,5 pCt. Ball.) gefüllt, dann jede inficirt mit ca. 3 *ccm* ziemlich dünnflüssiger Hefe von jungen, kräftigen Zellen; in dem einen Kolben Brauereioberhefe, in dem anderen Brauereiunterhefe und endlich in dem dritten unsere *Monilia* (so werden wir sie vorläufig nennen). Alle Culturen waren natürlicherweise absolut reine und so weit wie möglich ganz in derselben Weise eingerichtet, so dass die drei Kolben nur dadurch von einander verschieden waren, dass jeder seine eigene Infection bekam. Der Versuch wurde bei gewöhnlicher Zimmertemperatur angestellt.

Nach 16 Tagen gab der Kolben mit Brauereioberhefe 6 Vol. pCt.,
„ „ „ „ „ „ „ Brauereiunterhefe 6 „ „
„ „ „ „ „ „ „ *Monilia* 1,1 „ „

Nach 67 Tagen gaben die Kolben mit Brauereioberhefe und Brauereiunterhefe wieder ca. 6 Vol. pCt. (in einigen Fällen zeigte die Analyse nur 5,8 Vol. pCt.); der mit *Monilia* aber 2 Vol. pCt.

Die zwei ersten hatten folglich schon nach 16 Tagen ihr Maximum erreicht.

Nach 4 Monaten gab die *Monilia* 3,4 Vol. pCt.
„ 6 „ „ „ „ 5 „ „

Vielleicht wird sie noch weiter gehen können. Man wird also sagen müssen, dass sie im Gegensatze zu den zwei *Saccharomyces* nur sehr langsam die höheren Alkoholprocente erreicht.

Aehnliches tritt auch hervor bei den *Mucor*-Species, die ich untersucht habe. Einer dieser Versuche wurde z. B. mit *Mucor spinosus* v. Thiegh. ausgeführt. Der Versuch wurde angestellt wie der oben beschriebene, nur war die Temperatur 22° C.

Nach 4 Tagen hatte *M. spinosus* 0,5 Vol. pCt. gegeben,
„ 1 Monat „ „ „ 2,8 „ „ „
„ 2 „ „ „ „ 4 „ „ „
„ 5 „ „ „ „ 4,8 „ „ „
„ 6½ „ „ „ „ 5,4 „ „ „

Der französische Chemiker Gayon war der Erste, der mit diesem *Mucor* experimentirte; er giebt an, dass er nicht mehr als 1—2 Vol. pCt. zu entwickeln vermag. Diese nicht ganz genaue Angabe beruht wahrscheinlich darauf, dass er nach kurzer Zeit seine Cultur eingestellt hat. Dass wir es hier nicht nur mit Aethylalkohol zu thun haben, sondern wie bei den *Saccharomyces* zugleich mit mehreren Nebenproducten, ist selbstverständlich. Für dieselbe Species wechseln diese mit den Ernährungsbedingungen, und cultivirt man unter genau denselben Bedingungen verschiedene Species, so findet man, wenigstens in mehreren Fällen, dass ihre chemischen Wirkungen auch verschieden sind. Was hier eben gesagt wurde, gilt auch für die *Saccharomyces*-Arten.

Gehen wir aber zurück zu unserer *Monilia*. Wir kommen nun zu dem interessanten Punkte in der Lebensgeschichte dieses Alkoholgährungspilzes. In seiner Fermentwirkung unterscheidet er sich nämlich von allen bisher bekannten dadurch, dass ihm das chemische, lösliche Ferment, Invertin, fehlt, und dass er dennoch Saccharose als solche vergähren kann. Bisher wurde sonst allgemein die Saccharose von der modernen Chemie und Physiologie zu den nicht direct gährungsfähigen Zuckerarten gestellt.

Die bezüglichen Culturen wurden mit Reinculturen in zweihalsigen Kolben mit sterilisirter Saccharose theils mit, theils ohne Pepton und Nährsalzen angestellt. Im ersten Falle war die Alkoholgährung ziemlich schwach, im letzten dagegen sehr lebhaft. In verschiedenen Stadien der Gährung wurden Proben für die chemische Untersuchung herausgenommen. Es zeigte sich dabei immer, dass der Zuckerrest Saccharose und von Invertzucker keine Spur zu entdecken war. Auszüge mittelst Wasser oder Glycerin hergestellt, enthielten in Uebereinstimmung hiermit auch nicht Invertin.

Wir haben also wirklich hier einen Alkoholgährungspilz, der im Stande ist, Saccharose direct, ohne vorhergehende Inversion, zu vergähren. Daraus folgt also zugleich, dass die Saccharose unter gewissen Umständen direct vergährbar ist.

Obwohl die Zellen unserer *Monilia*, wie schon mitgetheilt wurde, wenn sie in zuckerhaltigen Nährlösungen cultivirt werden, dann typischen Zellen von *Sacch. cerevisiae* oder *Sacch. ellipsoideus* ähneln, können sie doch in ihrem Innern nicht Sporen bilden. Würden wir nicht Gewicht hierauf legen, so hätten wir hier die Umbildung einer *Saccharomyces*-Art, wovon in den letzten 20 Jahren hin und wieder so sehr viel gesprochen wurde. Aber bei dem jetzigen Standpunkt der Wissenschaft hat dieses Merkmal eben eine grosse Bedeutung. Wir dürfen folglich nicht die *Monilia* zum Genus *Saccharomyces* rechnen. Was nun ferner die Frage angeht, ob sie ihren Entwickelungscyclus mit den Hefezellen und der Schimmelbildung abgeschlossen hat oder nicht, so kann ich dazu nur sagen, dass ich trotz zahlreicher und in verschiedener Weise variirter Culturversuche nicht andere Formen beobachtet habe. Auch lässt es sich gut denken, dass der Cyclus hiermit abgeschlossen ist. An Analogien fehlt es nicht.

In gewissen Richtungen beabsichtige ich die oben berührten Untersuchungen weiter zu führen. Wenn sie abgeschlossen sind, wird eine mehr eingehende Darstellung, von den nothwendigen Abbildungen begleitet, in den „Mittheilungen des Carlsberg Laboratoriums in Kopenhagen“, publicirt werden.

Carlsberg Laboratorium in Copenhagen.

5. A. Zimmermann: Molecular-physikalische Untersuchungen. (III.)

Eingegangen am 6. October 1884.

3. Ueber das Verhalten der optischen Elasticitätsaxen vegetabilischer Zellmembranen bei der Dehnung.

Die Beobachtung, dass pflanzliche Zellmembranen selbst bei starken Dehnungen ihren optischen Charakter nicht ändern, war bekanntlich für Naegeli[1]) die hauptsächlichste Veranlassung, die ältere Theorie, welche die Doppelbrechung organischer Gebilde auf Spannungen zurückführte, aufzugeben und seine Theorie von den doppelbrechenden Micellen aufzustellen. Es ist daher begreiflich, dass diejenigen Autoren, die gegen Naegeli die Spannungstheorie zu vertheidigen suchten, entweder die Beweiskraft oder die Richtigkeit der obigen Beobachtung Naegeli's angreifen mussten. Beides ist denn auch in der That geschehen: Ersteres von N. J. C. Müller und Strasburger, letzteres von Fr. v. Höhnel und V. v. Ebner. Sei es mir zunächst gestattet die Angaben der genannten vier Autoren einer kurzen Kritik zu unterwerfen.

Am einfachsten verfährt ohne Zweifel N. J. C Müller; er stellt einfach den Satz auf[2]):

„Zug und Druck können nicht eine Annäherung der festen Theile hervorbringen, wie wenn ein Glaswürfel zwischen zwei Schrauben gepresst wird. Wohl aber ist jene Annäherung der Molecüle durch Flüssigkeiten möglich, welche die Membranen zusammenziehen, und von den geforderten Folgen begleitet.“

Wie N. J. C. Müller sich eigentlich die Wirkung des Zuges und Druckes bei Zellmembranen vorstellt, wird nicht angegeben, ja wir finden sogar auf derselben Seite des citirten Werkes die Beobachtung Maxwell's beschrieben, nach der selbst zähe Flüssigkeiten durch Zug und Druck doppelbrechend gemacht werden können.

---

1) cf. Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. zu München. 1862. pag. 183 seq. und Mikroskop. p. 354 seq.

2) Handbuch d. Botanik. Bd. 1. p. 149.

Strasburger[1]) wendet gegen die Beweiskraft der Naegeli'schen Beobachtungen ein:

„dass in Stärkekörnern und Membranen die einzelnen Lamellen verschieden gespannt sind, dabei fest mit einander verbunden und dass daher Dehnung und Verkürzung innerhalb der möglichen relativ engen Grenzen nur geringe Aenderungen in dem gegenseitigen Verhältniss der Spannungen hervorruft."

Es ist jedoch einleuchtend, dass die Spannung zwischen den verschiedenen Schichten an dieser Stelle jedenfalls nicht in Frage kommen kann; denn wenn z. B. eine Membran gezogen wird, so werden eben alle Schichten derselben gedehnt, und da folglich eine jede isolirt gedacht eine gleichsinnige Aenderung[2]) der optischen Reaction erfahren müsste, so muss auch der ganze Schichtencomplex diese Aenderung zeigen. Auf das Verhältniss der Spannungen zu einander kommt es dabei offenbar nicht an.

Fr. v. Höhnel bestreitet nun, wie bereits oben angegeben wurde, die Richtigkeit der Naegeli'schen Beobachtung[3]). Er hat jedoch nur mit den Bastzellen von *Pipturus argenteus* Dehnungsversuche angestellt, wobei er „sehr auffallende Veränderungen der Interferenzfarben" beobachtete. Auf diese einzige Beobachtung dürfen wir jedoch um so weniger ein allzu grosses Gewicht legen, als nicht einmal angegeben wird, welcher Art diese Farbenänderungen waren.

Erst V. v. Ebner, dessen Abhandlung[4]) übrigens fast gleichzeitig mit der Mittheilung von Höhnel's erschien, hat nicht nur für eine grosse Anzahl thierischer Gewebe, sondern auch für verschiedene vegetabilische Membranen nachgewiesen, dass sie durch Druck und Zug eine Aenderung ihrer optischen Eigenschaften erfahren. Im Kapitel 19 der citirten Arbeit, das den Titel „Zug- und Druckversuche an vegetabilischen Membranen und Geweben" führt[5]), wird zunächst auf die Schwierigkeiten hingewiesen, mit denen Untersuchungen dieser Art verknüpft sind. So gelang es v. Ebner denn auch in der That nicht, bei *Caulerpa* ein sicheres Resultat zu erhalten. Mit aller Sicherheit konnte er jedoch bei einem Stücke einer grösseren *Nostoc*-Art, bei einer *Tremella* und bei dem Endosperm von *Ceratonia Siliqua* beobachten, dass sie durch Druck und Zug sehr intensive Aenderungen der optischen Reaction erlitten; und zwar fand diese Aenderung stets in derselben Weise statt wie beim Glase. Dass diese Membranen sämmtlich stark schleimig sind, kann, wie v. Ebner bereits hervorhebt[1]), von den Anhängern der Naegeli'schen Micellartheorie kaum ins Feld geführt werden; denn bei so stark imbibitionsfähigen Substanzen müsste man ja nach den Anschauungen Naegeli's „eine besonders grosse Indifferenz gegen Druck und Zug in Bezug auf die Doppelbrechung voraussetzen.“

---

[1]) Bau und Wachsthum der Zellhäute. Jena. 1882. p. 208 seq.

[2]) Denkbar wäre es allerdings auch, dass die einen Lamellen auf Zug anders reagirten wie die anderen. Dass Strasburger jedoch hieran nicht gedacht hat, geht zur Genüge daraus hervor, dass er die Arbeit Mach's (Optisch-akustische Versuche, Prag 1873), der zuerst in der syrupartigen Phosphorsäure eine Substanz entdeckt hat, die eine umgekehrte Reaction giebt wie Glas, nicht citirt. Uebrigens dürfte eine solche Annahme sich aus anderen Gründen als gänzlich unhaltbar erweisen.

[3]) Bot. Zeit. 1882. p. 603.

[4]) Untersuchungen über die Anisotropie organischer Substanzen. Leipzig 1882.

[5]) l. c. p 209—218.

Es gelang v. Ebner jedoch auch bei Bastzellen ein Steigen der Interferenzfarben durch Dehnung hervorzurufen. Ein Gleiches fand bei dem innersten Häutchen der Samenschale der Mandel und der Wurzelrinde einer Hyacinthenzwiebel statt. Doch ist namentlich der letztere Versuch nach v. Ebner's eigenen Angaben deshalb nicht vorwurfsfrei, weil bei ihm Faltungen und Verschiebungen der Membranen eintraten. Auch bei den Versuchen mit der äusseren Epidermis der Samenschale der Bohnen und Erbsen dürfte eine Verschiebung der Zellwände nicht vollkommen ausgeschlossen gewesen sein. Vollständig vorwurfsfrei sind jedoch wieder die Versuche, die von Ebner mit der Cuticula von *Viscum album* angestellt hat, wo ein Steigen resp. Sinken der Interferenzfarben erfolgte, je nachdem das betreffende Stück in der Richtung der längeren oder der kürzeren optischen Elasticitätsaxe desselben gezogen wurde.

Wenn demnach v. Ebner von seinen Versuchen behauptet, dass sie „genügen dürften, um die allgemeine Gültigkeit der Behauptung, dass vegetabilische Membranen im imbibirten Zustande ihre optischen Constanten durch mechanische Einwirkungen nicht ändern, zu widerlegen“, so können wir ihm nur vollständig beipflichten. Bei der hohen Wichtigkeit, welche dieser Frage für unsere gesammten Vorstellungen über die Molecularstructur der organisirten Substanzen zukommt, schien es mir jedoch wünschenswerth, eine möglichst grosse Anzahl vegetabilischer Membranen in dieser Hinsicht zu untersuchen, um so entscheiden zu können, ob die von V. v. Ebner untersuchten Fälle nur als Ausnahmefälle zu betrachten sind, oder ob die daraus gezogenen Schlüsse eine allgemeine Gültigkeit beanspruchen können.

Die Resultate meiner Untersuchungen entsprachen nun leider insofern nicht ganz den Erwartungen, die ich bei Beginn derselben hegen zu dürfen glaubte, als es sich immer mehr herausstellte, dass es in den meisten Fällen — nach den bis jetzt bekannten Methoden wenigstens — ganz unmöglich war, ein vollständig vorwurfsfreies Resultat zu erlangen. Auf der anderen Seite beobachtete ich jedoch bei allen Ge-

---

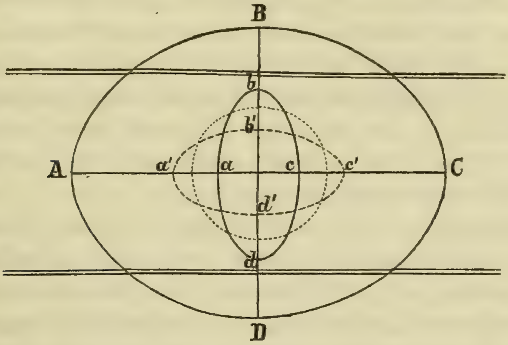
1) l. c. p. 213.

weben, die einigermassen dehnbar waren und ausserdem in hinreichend dünnen Schichten isolirt werden konnten, eine Aenderung der Interferenzfarben bei der Dehnung, und zwar erfolgte dieselbe stets im gleichen Sinne wie beim Glase: Die Interferenzfarbe stieg, wenn die Richtung des Zuges der grossen Elasticitätsaxe des eingeschalteten Gypsplättchens parallel lief, während sie sank im entgegengesetzten Falle. Mag nun auch durch Verschiebungen und Faltungen häufig das Resultat beeinflusst sein, so dürfte der Umstand, dass die Aenderungen stets in demselben Sinne erfolgten, eine directe Abhängigkeit der optischen Constanten von Zug und Druck immerhin wahrscheinlich machen. In einigen wenigen Fällen, die sämmtlich dadurch ausgezeichnet sind, dass bei ihnen eine Umkehr der optischen Reaction eintrat, gelang es mir nun aber auch, eine directe Beeinflussung der optischen Reaction durch Zugspannungen mit aller Evidenz nachzuweisen. Sei es mir zunächst gestattet, im Folgenden diese Fälle etwas eingehender zu besprechen. Ich beginne mit dem einfachsten Falle.

1. Nitella flexilis.

Bei den Zellmembranen von *Nitella flexilis* läuft bekanntlich die eine tangentiale Elasticitätsaxe dem Interferenzstreifen der Plasmaströmungen parallel, und zwar ist dies die kleinere im Sinne Naegeli's. Wird also eine Zellmembran von *Nitella* unter dem Polarisations-Mikroskope in eine solche Lage gebracht, dass ihr Interenzstreifen oder die namentlich bei langen Zellen nahezu damit zusammenfallende Längsrichtung der Zelle der grösseren Axe des eingeschalteten Gypsplättchens parallel läuft, so muss dieselbe in der Flächenansicht offenbar eine Subtractionsfarbe geben. Wird nun ferner in der Längsrichtung der Zelle ein Zug auf dieselbe ausgeübt, so muss, wenn die Membran demselben Spannungsgesetze folgt wie Glas, ein Steigen der Interferenzfarben eintreten, ist die Dehnbarkeit gross genug, so muss sogar eine Umkehrung der Farben erfolgen. Mit anderen Worten: die Membran muss sich der Farbe des Gypsplättchens immer mehr nähern, dieselbe annehmen und schliesslich Additionsfarben zeigen.

Der in optischen Dingen weniger Vertraute kann sich von der Richtigkeit obiger Sätze leicht überzeugen, wenn er nach der von Naegeli angewandten Methode die wirksamen Elasticitätsellipsen aufzeichnet. Es sei die grosse Ellipse ABCD der nebenstehenden Fig. 1 die Elasticitätsellipse des Gypsplättchens und die kleinere ausgezogene Ellipse abcd die bei der Flächenansicht in Frage kommende Ellipse der durch doppelten Contour angedeuteten Membran. Da die grossen Axen der beiden Ellipsen sich rechtwinklig kreuzen, so muss die Membran offenbar den durch das Gypsplättchen bewirkten Phasenunterschied vermindern. Dies bewirkt offenbar ein Sinken der Farben in der Newton'schen Scala oder, wenn man die Farbe der Membran auf die des Gypsplättchens bezieht, eine Subtractionsfarbe. Wird nun ein Zug in der Richtung A C auf die *Nitella*-Zelle ausgeübt, so wird der Unterschied zwischen den beiden Elasticitätsaxen der Membran immer kleiner, ebenso auch die durch dieselbe bewirkte Aenderung des vom Gypsplättchen hervorgerufenen Phasenunterschiedes oder mit anderen Worten, die Farbe nähert sich der Farbe des Gypsplättchens. Geht die Elasticitätsellipse in den durch Punktirung angegebenen Kreis über, so wirkt die Membran ganz wie ein einfach brechender Körper, d. h. sie erscheint in der Farbe des Gypsplättchens. Wird nun die Dehnung noch weiter fortgesetzt, so muss der Kreis offenbar wieder in eine Ellipse (wie a′ b′ c′ d′) übergehen, deren grössere Axe nun aber der grösseren Axe des Gypsplättchens parallel läuft. Die Membran muss jetzt also den durch das Gypsplättchen bewirkten Phasenunterschied noch vermehren und eine höhere Farbe in der Newton'schen Scala, eine Additionsfarbe, geben.



Figur 1.

Die Beobachtung entsprach nun vollkommen den obigen Voraussetzungen. Dieselbe wurde, wie die meisten diesbezüglichen Untersuchungen mit Hilfe eines dem Ebner'schen Dehnungs-Apparate[1]) nachgebildeten Apparates vorgenommen; nur zog ich es vor, in subtileren Fällen die Dehnung nicht mit der Hand oder mit Gewichten, sondern vermittelst einer Schraube auszuführen. Ich benutzte zu diesem Zwecke die feine Schraube eines Mikrotoms, die ich vermittelst eines Seidenfadens mit dem beweglichen Klotze des Dehnungsapparates in Verbindung setzte.

---

[1]) cf. l. c. p. 36 ff. und Fig. 1 u. 2. Bei dem genannten Apparate wird das zu dehnende Object zwischen die beiden Hälften eines schief durchschnittenen Klotzes vermittelst einer Schraube eingeklemmt. Der eine Klotz ist auf dem Objecttisch befestigt und steht mit 2 Schienen in Verbindung, in denen sich der andere Klotz schlittenartig bewegt. Auf der einen Schiene befindet sich ferner eine Millimeterscala, die eine allerdings nicht sehr genaue Messung der Längenänderungen gestattet.

Was sodann den optischen Theil des Apparates anbetrifft, so glaubte ich anfangs, dass das Rollet'sche Polarispectromikroskop[1]) in dieser Beziehung gute Dienste leisten würde. Leider hat sich dies aber nicht bestätigt, denn ausser bei *Nitella*, wo man es mit einer ganz gleichmässig dicken Membran zu thun hat, war es ja stets nothwendig, die optische Reaction einer ganz bestimmten Stelle im Auge zu behalten; dies schien aber bei der mit der Dehnung der Membran verbundenen Verschiebung derselben in dem genannten Apparate höchst schwierig, so dass ich mich bald veranlasst sah, zu der alten Beobachtungsmethode zurückzukehren, und zwar beobachtete ich stets bei gekreuzten Nicols mit einem in der Diagonalstellung eingeschalteten Gypsplättchen (meist Roth erster Ordnung); die Dehnung liess ich zur Controlle stets sowohl in der Richtung der grösseren als auch in der Richtung der kleineren Axe des Gypsplättchens erfolgen.

Die Präparation der *Nitella*zellen geschah in der Weise, dass ich eine ausgewachsene Stammzelle zunächst mit einer scharfen Scheere an beiden Enden aufschnitt, sie bleibt dann, wie schon Hofmeister[2]) gezeigt hat, in Folge der in der Membran vorhandenen Spannungen vollkommen straff, und man kann dadurch, dass man mit dem Finger von der Mitte aus nach beiden Seiten darüber hinfährt, das ganze Protoplasma und die namentlich sehr störenden Chlorophyllkörner gänzlich hinausdrängen. Dafür, dass die Membran stets vollständig feucht blieb, wurde durch wiederholtes Bestreichen mit einem feuchten Pinsel Sorge getragen; später wurde die Beobachtung auch in der Weise vorgenommen, dass ich die Membran während des Zuges auf ein eingeschobenes Stück eines Objectträgers legte und mit einem Deckglas bedeckte.

Von der Grösse der durch die Dehnung hervorgebrachten Veränderungen der optischen Reaction mögen die folgenden beiden genaueren Angaben eine Vorstellung geben.

Versuch 1. Eine *Nitella*-Zelle, deren Längsrichtung der längeren Axe des eingeschalteten Gypsplättchens (Roth I) parallel lief, zeigte vor der Dehnung die Subtractionsfarbe Braungelb bis Gelb erster Ordnung. Wurde nun in der Richtung der Längsaxe gezogen, so ging diese Farbe zunächst in die des Gypsplättchens über und stieg allmählich zu einem ganz hellen Blau.

Versuch 2. Die Längsaxe der Zelle sowohl wie die Richtung, in der der Zug erfolgte, fiel mit der kleineren Axe der Elasticitätsellipse des eingeschalteten Gypsplättchens Roth I zusammen. Sie zeigte vor dem Zuge die Additionsfarbe Violett zweiter Ordnung; diese Farbe sank beim Ziehen bis zu einem hellen Gelb erster Ordnung.

---

[1]) Herr Prof. Dr. L. Kny hatte die Freundlichkeit, für unser Institut einen solchen Apparat in der auf Vorschlag von Dippel verbesserten Form, wie er von C. Zeiss angefertigt wird, anzuschaffen. Dass derselbe nicht in vielen anderen Fällen auch bei der Untersuchung pflanzlicher Gewebe mit grossem Nutzen verwendet werden könnte, soll natürlich mit Obigem nicht gesagt werden.

[2]) Pflanzenzelle. p. 268.

Diese Versuche wurden nun verschiedentlich wiederholt, stets mit dem gleichen Erfolge. Dass Faltenbildungen oder dergl. nicht die Ursache der genannten Erscheinung waren, brauche ich wohl nicht ausdrücklich zu erwähnen; dies geht schon daraus hervor, dass die Farbe stets auf der ganzen Fläche gleichmässig stieg resp. sank.

Bevor ich *Nitella* verlasse, bemerke ich noch, dass die durch den Zug bewirkte Umkehrung der optischen Elastizitätsaxen dadurch, dass man das Object im gedehnten Zustande austrocknen lässt, zu einer dauernden gemacht werden kann. Ich habe derartige Membranen schon mehrere Wochen lang in Oel aufbewahrt, ohne dass eine merkliche Aenderung in dem optischen Verhalten erfolgt wäre. Werden aber solche Präparate in Wasser gebracht, so tritt alsbald eine bedeutende Aenderung der Interferenzfarbe ein und zwar in der Weise, dass fast gänzlich die ursprüngliche Farbe wieder erscheint. Zugleich erfolgt aber auch eine bedeutende Contraction in der Längsrichtung und eine Ausdehnung in der Querrichtung. Bei einem Versuche betrug die erstere z. B. 6 pCt., die letztere ca. 40 pCt. der anfänglichen Längs- resp. Querrichtung, bei einem anderen 7 resp. 80 pCt. Es gehören diese Erscheinungen offenbar in dieselbe Kategorie, wie die jüngst von Fr. von Höhnel[1]) constatirten Aenderungen der Quellungsfähigkeit an Bastzellen. Nur müssen hier die Verhältnisse offenbar etwas verwickelter sein — vielleicht in Folge der spiraligen Structur! —, so dass es bis jetzt noch nicht gelungen, aus den angestellten Beobachtungen allgemein gültige Regeln abzuleiten.

2. Betula alba.

Das Periderm der älteren Birkenzweige besteht bekanntlich abwechselnd aus dünn- und aus dickwandigen Zellschichten. Von diesen sind nun, wie von Höhnel[2]) nachgewiesen, nur die ersteren verkorkt,

---

1) cf. Ber. d. deutsch. bot. Ges. Bd. II. p. 41 ff. Wenn v. Höhnel auf Grund dieser Untersuchungen die von mir in No. I meiner Molecular-physicalischen Untersuchungen nachgewiesene Beziehung zwischen der Quellungsfähigkeit und der Doppelbrechung bestreitet, so kann ich ihm in dieser Beziehung nicht beipflichten. Denn trotz der Aenderungen, die die Quellungsfähigkeit der Bastzellen durch Dehnungen etc. erleidet, bleibt die Quellungsfähigkeit in der Längsrichtung — mag nun in derselben eine geringe Expansion oder Contraction bei der Quellung eintreten — doch immer die geringste und es müssten also die Bastzellen nach der von den hygroscopischen Gebilden von mir abgeleiteten Regel so reagiren, als wenn sie in der Längsrichtung gezogen wären. Dies ist aber auch in der That der Fall. Wie sich ferner der Satz (l. c. p. 51), an dessen Ende sich das Citat meiner Mittheilung befindet, auf die in derselben besprochenen hygroscopischen Objecte beziehen soll, ist mir unverständlich.

2) Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. in Wien. 1877. Bd. LXXVI. p. 623 seq.

während die dickwandigen Schichten aus unveränderter Cellulose bestehen und ausserdem, wie bereits von Schwendener[1]) nachgewiesen wurde, eine grosse Dehnbarkeit besitzen. Bei ihnen gelang es nun auch mit aller Sicherheit eine directe Aenderung der optischen Constanten durch Dehnung nachzuweisen. Es wurden zu diesem Zwecke aus einer abgeschälten Korklamelle 1—2 *mm* breite Streifen, deren Längsrichtung den Lenticellen, also der Querrichtung am Stamm parallel lief, hergestellt; sodann wurden in der Mitte derselben sämmtliche dünnwandigen Zellen, die durch ihr weisses Aussehen leicht kenntlich waren, und auch ein Theil der bräunlichen dickwandigen Zellen abgeschabt und darauf der so präparirte Streifen in der Weise in den Dehnungsapparat gebracht, dass die dünne Stelle in das Gesichtsfeld des Mikroskopes kam. Es war bei dieser Art der Präparation auf der einen Seite leichter das Object einzuklemmen, auf der anderen Seite liessen sich aber auch viel sicherer bestimmte Punkte bei stärkerer Vergrösserung beobachten, da die Dehnungen ja fast nur an der dünnen Stelle stattfanden und somit die Verschiebungen des Präparates sehr vermindert wurden. Endlich liess es sich auf diese Weise auch meist erreichen, dass der besonders instructive Moment, wo der Streifen endlich durchriss, in das Gesichtsfeld des Mikroskopes fiel.

Da die betreffenden Zellen dieselbe optische Reaction zeigen wie gewöhnliche Korkzellen, so gaben offenbar die Profilansichten der Membranen ein gleiches Bild wie die Flächenansichten bei *Nitella* und es war zu erwarten, dass sich auch hier eine Umkehr der Farben würde hervorbringen lassen. Dies war denn auch in der That der Fall. Von den zahlreichen Versuchen, die sämmtlich den gleichen Erfolg hatten, will ich nur zwei näher beschreiben.

Versuch 1. Der Streifen befand sich über dem Gypsplättchen Roth I, die Längsrichtung desselben lief der längeren Axe des Gypsplättchens parallel. Vor der Dehnung zeigten an der dünnen Stelle die Profilansichten der Membranen die Subtractionsfarbe Gelb erster Ordnung, die Flächenansichten waren fast neutral oder ganz schwach bläulich. Bei langsamen Ziehen verschwand nun zunächst das Gelb der Profilansichten, ging durch Roth in das Blau zweiter Ordnung über, auch die Flächenansichten liessen eine deutliche Steigerung erkennen. Bei weiterem Dehnen stiegen die Farben immer mehr, so dass die ganze Stelle unmittelbar vor dem Zerreissen die Farbe Gelb zweiter Ordnung mit einem merklich röthlichen Schimmer — natürlich vom Roth zweiter Ordnung — zeigte.

Versuch 2. Die Dehnung geschah parallel der kleineren Axe des eingeschalteten Gypsplättchens Roth I. Die Profilansichten erschienen vor der Dehnung blau-grün (zweiter Ordnung), unmittelbar vor dem

---

[1]) Abhandlungen der Kgl. Akad. d. Wiss. zu Berlin. 1882. p. 42 des Separatabdruckes.

Zerreissen zeigte die ganze Stelle die Farben Weiss bis Dunkelgrau erster Ordnung.

Es ist offenbar, dass obige Farbenänderungen nur eine directe Folge der Dehnung sein konnten. Denn wenn wir auch annehmen wollten, dass sich die Membranen durch die Dehnung etwas gedreht hätten, so hätte dadurch zwar eine Annäherung der Interferenzfarbe an die des Gypsplättchens, auf keinen Fall aber eine Umkehrung derselben bewirkt werden können.

3. Prunus avium.

Der Kork von *Prunus* zeichnet sich, wie ebenfalls von Schwendener[1]) nachgewiesen wurde, durch grosse Dehnbarkeit aus und zwar kann dieselbe nach den Angaben dieses Autors über 10 pCt. betragen. In seinem optischen Verhalten stimmt der Kork von *Prunus* ganz mit dem soeben betrachteten überein: Auch bei ihm ist die senkrecht auf der Fläche der Membranen stehende Axe die grösste, während die beiden in die Fläche fallenden Axen jedenfalls nur wenig verschieden sind, was aus der unbestimmten Reaction in der Tangentialansicht hervorgeht. Die Versuche, welche in derselben Weise wie bei *Betula* ausgeführt wurden, zeigten nun auch vollkommen gleiche Resultate. Ich gebe im Folgenden wieder die ausführliche Beschreibung zweier Versuche.

Versuch 1. Der Rindenstreifen wurde der grösseren Axe des Gypsplättchens Roth I parallel gelegt und in derselben Richtung gezogen. Vor der Dehnung zeigten die Profilansichten der Membranen die Subtraktionsfarbe Gelb erster Ordnung. Beim Ziehen traten an derselben der Reihe nach die Farben Roth erster Ordnung und Violett, Blau, Grün und Gelb zweiter Ordnung auf.

Versuch 2. Der Rindenstreifen wurde der kleineren Axe des Gypsplättchens Roth I parallel gelegt und in dieser Richtung gezogen. Die Profilansichten gaben vor der Dehnung die Additionsfarbe Blaugrün zweiter Ordnung, bei der Dehnung sank diese Farbe bis zum Hellgelb erster Ordnung.

In den beschriebenen 3 Fällen war es, wie wir sahen, ganz unzweifelhaft, dass eine directe Beeinflussung der optischen Constanten durch Dehnung stattfand. Es scheint mir daher auch überflüssig, alle diejenigen Versuche, bei denen es immerhin nicht gänzlich ausgeschlossen war, dass die beobachteten Aenderungen der optischen Reaction durch gewisse Verschiebungen bewirkt wurden, einzeln aufzuzählen. Nur 2 Fälle sei es mir gestattet, noch etwas eingehender zu besprechen; es mögen dieselben zugleich dazu dienen, die Schwierigkeiten, mit denen

---

1) l. c. p. 41.

die Erlangung eines völlig sicheren Resultates verknüpft ist, zu illustriren.

4. Allium Cepa.

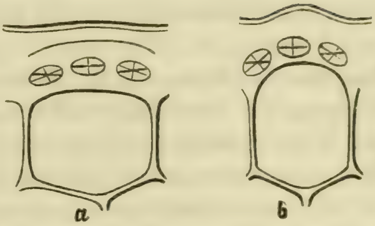
Wie bereits von Weinzierl[1]) nachgewiesen, besitzt die Epidermis von *Allium* eine Dehnbarkeit von über 10 pCt. Es schien dies daher um so mehr ein geeignetes Object für unsere Untersuchungen zu sein, als es hier sehr leicht ist, die Epidermis zu isoliren. Als ich nun ca. 2 *mm* breite Rindenstreifen, bei denen in der Mitte die Epidermis frei präparirt war, in den Dehnungsapparat brachte und allmählich zog, bemerkte ich denn auch in der That ein nicht unerhebliches Steigen der Interferenzfarben, wenn der Zug in der Richtung der grösseren Axe des Gypsplättchens stattfand.

Wenn z. B. in Combination mit dem Gypsplättchen Roth I die Epidermis vor der Dehnung, abgesehen von den um die Spaltöffnungen herumliegenden Partien, wo in Folge von Wölbungen verschiedene Farben auftraten, nur einen schwach bläulichen Schimmer zeigte, so liess sich die Farbe durch Dehnung bis zu einem ganz hellen Blau zweiter Ordnung, ja stellenweise bis ins Grünliche und bis ins Gelbliche steigern.

Anfangs schien es mir nun, dass dieses Resultat ohne jedes Bedenken als ein vollgültiger Beweis für die directe Beeinflussung der optischen Axen durch die Dehnung gelten könnte. Es stellte sich jedoch bald heraus, dass die Möglichkeit einer indirecten Beeinflussung keineswegs gänzlich ausgeschlossen war. Es wäre nämlich wohl möglich, dass die Aussenwandungen der Epidermiszellen, die in Folge ihrer bedeutenden Dicke die optische Reaction bedingen, durch die Dehnung etwas gewölbt wurden, wie dies in Fig. 2 b, natürlich stark übertrieben, dargestellt ist. Eine solche Wölbung würde in der That in derselben Weise wirken, wie wir es soeben beschrieben haben. Um dies jedoch einsehen zu können, ist es zunächst nothwendig, durch Quer- und Längsschnitte die Orientirung des optischen Elasticitätsellipsoids in der betreffenden Membran zu construiren. Diese zeigen nun, dass abgesehen von der sehr dünnen Cuticula, die entgegengesetzte Reaction zeigt, die grösste Axe des Elasticitätsellipsoids, wie bei den meisten aus nicht cuticularisirter Cellulose bestehenden Membranen, in die Längsrichtung der Zellen fällt, während die mittlere Axe den Schichten parallel läuft und die kleinste senkrecht darauf steht. Die in den Querschnitt fallenden Axen haben folglich die in der Fig. 2 a angegebene Orientirung. Findet nun eine Wölbung statt, so werden offenbar sämmtliche Elasticitätsellipsoide in der Weise gedreht, dass diejenigen Radien derselben, die in Gemeinschaft mit der auf dem Querschnitt senkrecht stehenden grössten Axe die optische Reaction der Flächenansicht bedingen — diese Radien sind in Fig. 2 b stark ausgezogen — sich immer mehr der kleinsten Axe des optischen Elasticitätsellipsoides nähern. Mithin würde mit einer solchen Drehung auch eine Zunahme der Differenz der optischen Axen und folglich auch eine Vergrösserung des durch die Membran bewirkten Phasenunterschiedes verbunden sein.

---

[1]) Sitzungsber. d. Wiener Akad. October 1877. p. 48.



Figur 2.

In gleichem Sinne würde natürlich auch die mit einer solchen Wölbung verbundene Verlängerung des Weges, den die senkrecht auf die Membran einfallenden Lichtstrahlen in derselben zurükzulegen haben, wirken.

Uebrigens scheint es mir nicht wahrscheinlich, dass der geschilderte Umstand auf die optische Reaction wirklich von erheblichem Einflusse gewesen ist. Denn eine mikroskopisch nachweisbare Wölbung fand in der That nicht statt und die allerdings zu beobachtende schwache Contraction in der auf der Zugrichtung senkrecht stehenden Richtung, konnte ja auch ebenso gut direkte Folge der Dehnung sein, ebenso wie ein jeder Kautschukstreifen, wenn man ihn in der Längsrichtung dehnt, sich in der Querrichtung zusammenzieht. Immerhin schien mir obiges Bedenken zu genügen, um die volle Beweiskraft des geschilderten Versuches zweifelhaft erscheinen zu lassen.

5. Foeniculum officinale.

Es wurden an Rindenstreifen, die dem Stengel obiger Pflanze entnommen waren, durch Abschaben von beiden Seiten her einzelne möglichst dünne Collenchymstränge frei präparirt. Die Stränge reagirten, wie die Beobachtung mit eingeschaltetem Gypsplättchen erkennen liess, in der Weise, dass die längste Axe des optischen Elasticitätsellipsoides mit der Längsrichtung zusammenfiel. Da diese Streifen jedoch immerhin ziemlich hohe Interferenzfarben zeigten, schien es mir zweckmässig, die Beobachtung ohne Gypsplättchen bei gekreuzten Nicols vorzunehmen, wo sich die Wirkung der Dehnung in der Längsrichtung offenbar durch ein Steigen der Interferenzfarben zu erkennen geben musste, wenn sich das Collenchym ebenso verhielt, wie die bereits beschriebenen Membranen. Fasste man nun eine bestimmte Stelle eines solchen Bündels ins Auge, so liess sich auch in der That stets ein Steigen der Interferenzfarben beobachten. Von der Grösse der dabei eintretenden Aenderungen mögen die folgenden beiden Versuche eine Vorstellung geben.

Versuch 1. Die betreffende Stelle zeigte vor dem Zuge die Farben Weiss bis Rothorange erster Ordnung, unmittelbar vor dem Zerreissen die Farben Gelb erster Ordnung bis blau zweiter Ordnung. Nach dem Zerreissen trat die alte Reaction wieder ein.

Versuch 2. Vor der Dehnung erschien die fixirte Stelle in den Farben Weiss erster Ordnung bis zu einer Spur Roth zweiter Ordnung (in der Mitte). Während des Ziehens nahm dieselbe die Farben Roth zweiter Ordnung bis Gelb dritter Ordnung an. Nach dem Zerreissen traten auch hier die früheren Farben wieder auf.

Es waren jedoch auch diese Versuche nicht ohne jedes Bedenken, weil es bei ihnen nicht gänzlich ausgeschlossen war, dass die verdickten Partien der Membranen näher zusammenrückten und so ein Steigen der Interferenzfarben bewirkten. Es dürfte indessen diese Annahme kaum im Stande sein, die bedeutenden Aenderungen der optischen Reaction zu erklären, um so weniger, da die mit der Dehnung unzweifelhaft verbundene Verdünnung der Membran ein Sinken der Interferenzfarbe bewirken musste.

Zusammenfassung.

Auf Grund der v. Ebner'schen und meiner Versuche glaube ich zu der Annahme berechtigt zu sein, dass eine gänzliche Indifferenz der vegetabilischen Membranen gegen Druck und Zug jedenfalls nicht besteht und dass, wenn überhaupt in dieser Beziehung ein Unterschied zwischen den organisirten und den nicht organischen Substanzen vorhanden ist, dieser höchstens ein quantitativer sein kann. Denn die negativen Resultate Naegeli's dürften doch den so evidenten positiven Resultaten gegenüber nicht ins Gewicht fallen, wenn man bedenkt, mit welchen Schwierigkeiten die Erlangung eines sicheren Resultates verknüpft ist. Diese werden, wie bereits v. Ebner richtig bemerkt, nicht nur dadurch hervorgerufen, dass die meisten Membranen schon von Natur eine hohe Interferenzfarbe zeigen, sondern ganz besonders dadurch, dass es so schwer fällt, genügend dehnbare Objecte aufzufinden, in denen das optische Elasticitätsellipsoid eine gleichmässige Orientirung besitzt. Dass die von Ebner und mir beobachteten Fälle Ausnahmefälle sein sollten, ist um so unwahrscheinlicher, als die benutzten Membranen den verschiedensten Pflanzen entstammen und auch aus sehr verschiedenen Modificationen der Cellulose bestehen. Ich möchte daher als Resultat dieser Mittheilung den Satz aufstellen: es mag immerhin organisirte Membranen geben, die nur äusserst geringe Aenderungen ihres optischen Verhaltens durch Druck und Zug erleiden; aber ein principieller Gegensatz ist in optischer Beziehung zwischen den organisirten und den anorganischen Substanzen jedenfalls nicht vorhanden.

4. Ueber die Ursachen der Anisotropie organischer Substanzen.

Unter den verschiedenen Theorien, die zur Erklärung der Anisotropie der organisirten Substanzen aufgestellt wurden, scheinen mir nach dem heutigen Standtpunkte der Wissenschaft nur zwei eine gewisse Berechtigung für sich zu haben: Nämlich die Theorie von den doppelbrechenden Micellen und die Theorie von der krystallinischen Structur[1]. Nach der ersteren wird die Anisotropie der organisirten Substanzen dadurch bewirkt, dass die Bausteine, aus denen sie sich zusammensetzen, die Micellen Naegeli's, die Tagmen Pfeffer's oder die Molecülaggregate der Chemiker selbst doppelbrechend sind; nach der anderen ist es die gesetzmässige Anordnung der kleinsten Theilchen, die die Doppelbrechung bewirkt.

Geht man nun aber etwas tiefer auf die Ursachen der Anisotropie ein, so wird man finden, dass der Unterschied zwischen diesen beiden Theorien keineswegs ein so grosser ist, als es auf den ersten Blick scheinen möchte. Denn da die Doppelbrechung offenbar nur durch eine ungleiche Dichtigkeit des Lichtäthers in den verschiedenen Richtungen hervorgebracht werden kann, so müssten wir nach der ersten Theorie annehmen, dass die ungleiche Dichtigkeit des in den Micellen enthaltenen Lichtäthers für den optischen Effect massgebend sei, während nach der Hypothese von der krystallinischen Structur der die kleinsten Theile umgebende Lichtäther die Doppelbrechung bewirken müsste. Wie man sieht, setzen beide Theorien eine regelmässige Anordnung der Micellen voraus, denn eine Summation der optischen Effecte kann nach beiden nur unter dieser Annahme stattfinden. Das Unterscheidende bildet dagegen die Grösse der Micellen. Nach der ersteren Theorie müssen wir annehmen, dass die Micellen eine solche Grösse besitzen, dass der die Atome und Molecüle eines jeden Micells umgebende Lichtäther schon einen erheblichen optischen Effect hervorzubringen vermag; nach der zweiten Theorie ist dagegen in optischer Beziehung ein Gegensatz zwischen den Micellen und den Molecülen nicht vorhanden und der die Micellen umgebende Lichtäther spielt die Hauptrolle.

Vom rein theoretischen Standpunkte scheint es mir zur Zeit unmöglich, eine Entscheidung zwischen diesen beiden Theorien zu fällen, ja es scheint mir nicht einmal nothwendig sich ausschliesslich für eine zu entscheiden; es ist vielmehr recht gut denkbar, dass sowohl der in den Micellen enthaltene, als auch der die Micellen umgebende Lichtäther doppelbrechend wirkt.

---

[1] Wenn v. Ebner (l c. p. 18 ff.) den Ausdruck „krystallinische Structur“ nur in denjenigen Fällen angewandt wissen will, wo die gesetzmässige Anordnung durch chemische Kräfte hervorgebracht wird, so scheint mir dies doch etwas sehr künstlich und dem üblichen Sprachgebrauch nicht entsprechend. Ich werde im Folgenden einem jeden Körper, bei dem die kleinsten Theile in derselben Weise wie bei einem Krystalle gesetzmässig angeordnet sind, krystallinische Structur zuschreiben, mögen nun chemische Kräfte, Spannungen oder dergl. diese Anordnung bewirken.

Gegenüber der von Ebner ausgesprochenen Ansicht, dass die Annahme anisotroper Micellen a priori sehr unwahrscheinlich sein soll, scheint es mir nicht überflüssig, auf die circularpolarisirenden Lösungen hinzuweisen, bei denen ganz allgemein angenommen wird, dass nicht die Anordnung der Molecülcomplexe sondern ihre Structur den optischen Effect bewirkt[1]). Dahingegen verzichte ich darauf, die Gründe, die für die Annahme von Molecülaggregaten oder Micellen in den organisirten Substanzen sprechen, hier zu erörtern, um so mehr, da ja diese Gründe weniger auf optischem Gebiete liegen, sondern vielmehr auf dem Verhalten bei der Quellung und den osmotischen Erscheinungen basirt sind.

Von den Beobachtungen, welche zur Bestätigung oder Widerlegung der einen oder anderen Theorie herangezogen wurden, scheinen mir nur diejenigen, welche die Abhängigkeit der optischen Elasticitätsaxen von Zug und Druck zum Gegenstande haben, einige Beweiskraft zu besitzen; die übrigen Beobachtungen lassen sich meiner Ansicht nach fast gleich gut nach jeder Theorie erklären. Geben wir jedoch zu, dass die optischen Constanten der organisirten Gebilde durch Zug und Druck geändert werden, wie dies aus den Ebner'schen und meinen Untersuchungen unzweifelhaft hervorgehen dürfte, so scheint mir mindestens die Annahme nothwendig, dass die Anordnung der Micellen für den optischen Effect von grosser Bedeutung ist. Denn ohne diese Annahme wären die gemachten Beobachtungen nur erklärlich, wenn durch mechanische Einflüsse entweder die Gestalt der Micellen geändert würde oder die Axen derselben gedreht würden. Erstere Annahme scheint mir jedoch a priori ausgeschlossen, letztere aber deshalb sehr unwahrscheinlich, weil gar nicht einzusehen wäre, weshalb, namentlich wenn die Micellen in Longitudinalreihen angeordnet sind, sich diese durch Druck und Zug stets in derselben Weise drehen sollten. Besonders bemerkenswerth erscheinen mir in dieser Beziehung diejenigen Fälle, wo durch die Dehnung eine Umkehrung der optischen Axen bewirkt wurde.

Viel wahrscheinlicher ist doch wohl die Annahme, dass die Anordnung der Micellen für den Grad der Doppelbrechung massgebend ist und dass die Aenderung der optischen Reaction durch Druck und Zug die Folge einer Aenderung dieser Anordnung ist.

Ob wir nun ausserdem auch den Micellen eine doppelbrechende Kraft zuschreiben sollen, scheint mir zur Zeit durch optische Beobachtungen nicht entschieden werden zu können, und die auf Quellungserscheinungen etc. basirenden Deductionen dürften gleichfalls in dieser Beziehung ohne Beweiskraft sein.

---

[1]) Wüllner, Experimentalphysik. Bd. 2. p. 597 und Naumann, Allgemeine Chemie. 1877. p. 296 f. und p. 761 ff.

Nach dem Gesagten glaube ich den Satz aufstellen zu können, dass die Anisotropie der organisirten Substanzen jedenfalls zum grössten Theile durch die gesetzmässige Anordnung der Micellen in denselben bewirkt wird. Ob ausserdem auch die Micellen an und für sich eine doppelbrechende Kraft besitzen, lässt sich durch directe Beobachtung nicht entscheiden, scheint aber aus theoretischen Gründen nicht unwahrscheinlich.

Eine zweite Frage ist es nun, durch welche Kräfte die gesetzmässige Anordnung der Micellen oder mit anderen Worten die krystallinische Structur in den organischen Substanzen hervorgebracht wird.

Dass diese nicht auf der stofflichen Zusammensetzung beruhen wie bei den Krystallen und somit chemischer Natur sein können, wie dies früher von H. v. Mohl[1]) angenommen wurde, wurde bereits von Naegeli[2]) nachgewiesen, und ich verweise in dieser Beziehung auch auf die Ausführungen von V. v. Ebner[3]).

Ebenso wenig, wie chemische Kräfte, kann aber auch die Schichtenspannnng in dieser Beziehung herangezogen werden, wie dies neuerdings von Strasburger[4]) geschehen. Denn es müssten dann doch vor Allem stets die entgegengesetzt gespannten Schichten, die einander das Gleichgewicht halten, eine verschiedene optische Reaction zeigen. Die Beobachtung lehrt aber das Gegentheil; es kommt überhaupt, soviel mir bekannt, nur bei den Epidermiszellen und den hygroscopischen Haaren vor, dass sich an ein und derselben Zelle Stellen mit entgegengesetzter Orientirung des optischen Elasticitätsellipsoids finden.

Anders verhält es sich mit der Theorie v. Höhnel's und v. Ebner's. Nach der Annahme des ersteren Autors sind es „moleculare Spannungen“, die die Anisotropie bewirken; diese setzen nach der Vorstellung von Höhnel's eine Gegenspannung nicht voraus, es wird vielmehr eine Ausgleichung derselben dadurch verhindert, dass die Molecüle in der festen Membran unbeweglich fixirt sind; erst wenn der Zusammenhang der Molecüle gelockert ist, wie z. B. bei der Quellung in starken Säuren etc., vermögen die Molecüle sich zu nähern und von einander zu entfernen und so ihre Spannungen auszugleichen. Abgesehen von dem letzten Punkte, der zuerst von Fr. v. Höhnel nachgewiesen und in dieser Weise gedeutet wurde, stimmt mit dieser Theorie auch die von Ebner's im Wesentlichen überein. Derselbe spricht sich in seiner

---

[1]) Bot. Zeit. 1859. No. 26.

[2]) Sitzungsber. der k. bair. Acad. d. Wiss. in München. März 1862.

[3]) l. c. 5 und 6.

[4]) l. c. p. 208 und 209.

Abhandlung[1]) folgendermassen über die Natur der Spannungen, die die Doppelbrechung bewirken sollen, aus:

„Zur Erklärung der Anisotropie organischer Substanzen können keine Spannungen, welche auf Gegenwirkungen grösserer Massenbezirke der Substanz allein beruhen, herangezogen werden. Denn davon kann man sich leicht überzeugen, dass Aufhebung der Gewebespannung keineswegs die Doppelbrechung aufhebt; ja dass man jedenfalls zu einer sehr weit gehenden mechanischen Zerkleinerung der organisirten Substanzen greifen kann, ohne ihre Anisotropie wesentlich zu ändern.“

Es werden ferner von beiden Autoren verschiedene Versuche mit Glas, Gummi, Leim, Gelatine etc. angeführt, die die physikalische Möglichkeit solcher „molecularen Spannungen“ beweisen sollen. Ich erwähne in dieser Beziehung nur, dass man z. B. einem feuchten Gelatinestreifen, der ursprünglich isotrop ist, durch Dehnung leicht jeden beliebigen Grad der Anisotropie geben kann; es genügt ferner den betreffenden Streifen in gedehntem Zustande austrocknen zu lassen, um diese Anisotropie zu einer dauernden zu machen; es verschwindet dieselbe auch nicht, wenn man den Streifen später wieder befeuchtet oder beliebig zerkleinert. Bezüglich der übrigen Experimente verweise ich auf die citirten Originalarbeiten[2]).

Aus den genannten Experimenten scheint mir jedoch nur hervorzugehen, dass Spannungen eine dauernde gesetzmässige Anordnung der kleinsten Theilchen, die sich in der Anisotropie derselben offenbart, zu bewirken im Stande sind, nicht aber, dass auch diese Spannungen in den anisotropen Membranen noch vorhanden sein müssen[3]). Vielmehr glaube ich, dass sich die Micellen in denselben in einem gewissen Gleichgewichtszustande befinden müssen, da mir die Annahme von Spannungen ohne Gegenspannungen als physikalische Unmöglichkeit erscheint. Es ist ja immerhin möglich, dass dieser Gleichgewichtszustand nur ein labiler ist, so dass derselbe leicht zerstört werden kann. In dieser Weise dürfte vielleicht die durch v. Höhnel constatirte Thatsache ihre Erklärung finden, dass die Zellmembranen bei der starken Quellung sich im Allgemeinen in der Längsrichtung bedeutend contrahiren, in der Querrichtung aber ausdehnen. Es entsprechen diese Gestaltsveränderungen übrigens, wie ebenfalls schon von dem genannten Autor nachgewiesen wurde, ganz den von der Spannungstheorie zu fordernden Zug- und Druckspannungen. Ich habe diese Versuche wiederholt und in allen Fällen bestätigt gefunden.

---

[1]) l. c. p. 18.

[2]) Auch die Versuche N. J. C Müller's müssen an dieser Stelle erwähnt werden. (cf. namentlich Ber. d. deutsch bot. Ges Bd I. p. 77—83.)

[3]) Ich bemerke übrigens, dass es mir aus der von Ebner'schen Arbeit nicht klar ersichtlich ist, ob er ein dauerndes Vorhandensein von Spannungen in den anisotropen Membranen annimmt.

Von einigem Interesse dürfte es sein, dass der untere Theil der Samenhaare von *Epilobium*, der bekanntlich[1]) auf beiden Seiten entgegengesetzte Reactionen zeigt, sich bei der starken Quellung in Schwefelsäure, Kalilauge etc. ebenfalls ganz der optischen Reaction entsprechend in der Längsrichtung auf der einen Seite zusammenzieht, auf der anderen Seite ausdehnt. Es ist dies natürlich mit starker Krümmung verbunden, die jedoch in entgegengesetzter Richtung stattfindet wie beim Austrocknen. Dass wirklich sowohl Expansion wie Contraction eintrat, constatirte sich in der Weise, dass ich kleine Stücke von einem Samenhaare, von denen ich zuvor mit Hülfe des Polarisations-Mikroskopes festgestellt, dass sie dem unteren Theile entstammten, bei mässiger Vergrösserung aufzeichnete, dann das betreffende Reagenz zusetzte und darauf abermals eine Zeichnung von dem nun spiralig gewundenen Haare entwarf. Es liess sich dann durch Nachmessen mit dem Zirkel die Grössenänderung leicht constatiren. So contrahirte sich z. B. in dem einen Falle bei Anwendung von Schwefelsäure die eine Seite von 17 auf 15, während sich die andere von 17 auf 25 ausdehnte. In einem anderen Falle fand eine Contraction von 14,5 zu 13 und eine Expansion von 14,5 auf 21,5 statt.

Ferner fällt auch bei der gewöhnlichen Quellung, wie v. Ebner zuerst hervorgehoben[2]), bei thierischen Membranen stets die Richtung der grössten Quellungsfähigkeit mit der kleinsten Axe des optischen Elasticitätsellipsoids zusammen, ebenso wie bei einem gezogenen Gelatinestreifen, der auch in der Riehtung senkrecht zur Fläche am meisten quillt. Dasselbe ist nun aber auch, wie namentlich bei den hygroscopischen Objecten schön hervortritt[3]), jedenfalls auch bei den pflanzlichen Membranen im Allgemeinen der Fall.

Endlich dürfte das stetige Zusammenfallen der Längsrichtung der Tüpfel in den vegetabilischen Membranen mit der grössten Axe des optischen Elasticitätsellipsoids[4]) gleichfalls dafür sprechen, dass Spannungen die Anisotropie der organisirten Substanzen bewirken.

Die Resultate dieses Abschnittes lassen sich somit in den Satz zusammenfassen: Der Annahme, dass die die Anisotropie bewirkende krystallinische Structur der organischen Substanzen durch Spannungen hervorgerufen wird, stehen theoretische Schwierigkeiten nicht im Wege und es sprechen sogar gewisse Thatsachen für diese Annahme. Es ist jedoch nicht wahrscheinlich, dass diese Spannungen später noch in der Membran vorhanden sind.

---

[1]) cf. diese Berichte. Bd. I. p. 539.

[2]) l. c. p. 19.

[3]) cf. diese Berichte. Bd I. p 533 ff.

[4]) cf. diese Berichte. Bd. II. p. 124 ff.

Es bleibt nun noch die Frage zu erörtern: Wie entstehen diese Spannungen?

Was speciell das Wachsthum der Zellmembranen anbetrifft, so spricht sich v. Ebner am Schlusse seiner diesbezüglichen Deductionen folgendermassen aus[1]):

„Es wird darauf ankommen, ob die dehnende Kraft des Turgors, oder diejenige des Intussusceptionswachsthums überwiegt, damit die kürzeste oder längste Elasticitätsaxe des Druckes senkrecht zur Flächennormale orientirt ist.“ Aehnliche Ansichten scheint auch v. Höhnel über diesen Gegenstand zu haben.

Gegen die theoretische Richtigkeit obiger Sätze lässt sich nichts einwenden; doch fehlt ihnen bis jetzt eine genügende Begründung an der Hand der Thatsachen. Es kann uns dies übrigens bei den mangelhaften Kenntnissen, die wir zur Zeit über die inneren Wachsthumsvorgänge der Zellmembranen besitzen, nicht wundern. Indessen scheint es mir nicht unwahrscheinlich, dass sich gerade aus einer genauen Vergleichung der Wachsthumsrichtung und der wichtigsten das Wachsthum beeinflussenden Factoren mit der Orientirung des optischen Elasticitätsellipsoids einige Aufklärung in dieser Beziehung würde erlangen lassen. Leider war es jedoch auch mir zur Zeit noch nicht möglich, eine eingehendere Untersuchung in dieser Beziehung anzustellen. Ich beschränke mich daher darauf, eine Beobachtung an dieser Stelle zu erwähnen, die, wenn sie sich allgemein bestätigen sollte, auf eine gewisse Abhängigkeit der optischen Reaction von der Gewebespannung hinweisen würde. Ich beobachtete nämlich an den unreifen Theilfruchtschnäbeln von *Erodium gruinum*, dass dieselben, sobald ich sie von der Mittelsäule loslöste, sich lebhaft nach aussen krümmten und in Wasser gelegt nach einiger Zeit mehrere Schraubenwindungen annahmen, die den durch Austrocknung an der Granne der reifen Frucht entstandenen vollkommen ähnlich waren. Leider war es mir jedoch aus Mangel an Untersuchungsmaterial bei der vorgeschrittenen Jahreszeit nicht mehr möglich, meine Untersuchungen in dieser Beziehung weiter fortzusetzen, und ich verzichte daher auch vorläufig darauf, irgend welche Folgerungen an diesen Versuch zu knüpfen. Ich hoffe jedoch, dass es mir im nächsten Jahre möglich sein wird, genauere Untersuchungen hierüber anzustellen, und zwar scheinen mir gerade die hygroscopischen Gebilde wegen ihrer Abweichungen von den gewöhnlichen optischen Verhältnissen einigen Erfolg zu versprechen.

Berlin, botanisches Institut der Königl.
landwirthschaftlichen Hochschule.

---

1) l. c. p. 22.

6. C. Kraus: Ueber Ausscheidung der Schutzholz bildenden Substanz an Wundflächen.

Eingegangen am 8. October 1884.

In einer Abhandlung „über Gummibildung im Holze und deren physiologische Bedeutung“[1]) hat Frank verschiedene biologisch und chemisch-physiologisch höchst bemerkenswerthe Vorgänge an Wundflächen von allgemeinerem Standpunkte aus beleuchtet. Bietet es an sich schon erhebliches Interesse, der chemischen Qualität der Substanzen, welche das Holz der Wundfläche zum Schutzholze machen, des Genaueren nachzugehen, so kommt hierzu noch der weitere Gesichtspunkt, dass aus eingehenden chemischen Untersuchungen ein Einblick in tiefgreifende Umwandlungen eines allgemein verbreiteten Pflanzenstoffs, der Stärke, gewonnen werden könnte, da nämlich die kernholzbildenden Substanzen der Hauptsache nach Derivate der Stärke, in anderen Fällen von Gerbstoff, zu sein scheinen.

Zur Feststellung der chemischen Natur der Substanzen des Wund- und Kernholzes, sowie ihrer Umwandlungsprodukte, ist es natürlich wünschenswerth, dieselben in möglichst reinem Zustande in die Hand zu bekommen. Ich möchte an Frank's Publikation die Mittheilung knüpfen, dass unter Umständen diese Substanzen aus den Gefässen heraus an die Wundfläche selbst ergossen werden, und zwar in genügend reichlicher Menge, um zu makrochemischen Untersuchungen ausreichendes Material zu erhalten.

Ich konnte diese Beobachtung machen, als es sich darum handelte, ausfindig zu machen, inwieweit bei den Vorgängen des Blutens der Weinrebe die Stammtheile, dann die älteren Wurzelregionen betheiligt wären. Zu diesem Behufe wurden Abschnitte ober- und unterirdischer Stammtheile, dann von Wurzeln verschiedener Dicke in nassen Sand gesteckt, die eine Schnittfläche nach aufwärts gekehrt.

Es zeigte sich in zahlreichen Versuchen, dass zunächst wasserklarer Saft aus dem Holzkörper ausgeschieden wird. Bald aber kommen aus den Gefässen eigenthümliche, meist rothbraune, seltener gelbliche Tropfen zum Vorschein, aus einer dickflüssigen, zähen Masse bestehend. Bisweilen ist die Consistenz fester; es bilden sich dann aus den Gefässöffnungen hervorstehende gerade oder gewundene Fäden, oft mehrere Millimeter lang, zum Theil tragen diese Fäden oder Stäbchen an der

---

[1]) Bd. II, Heft 7 der Berichte. — Vergl. auch J. Gaunersdorfer, Beiträge zur Kenntniss der Eigenschaften und Entstehung des Kernholzes. Sitzber. d. Wien. Akad., Januar 1882 (Sitzung vom 15. Dezember 1881).

Spitze Knöpfchen, letzteres vermuthlich dann, wenn die aus den Gefässen kommende Masse am oberen Ende noch weniger dickflüssig gewesen war. Alle diese Ausscheidungen, welche ihrem Aussehen nach zum Theil an gewisse Wachsausscheidungen auf Epidermen erinnern, erhärten rasch harzartig an der Luft. Wenn aus den Elementen der Umgebung der Gefässe gleichzeitig farbloser, wasserklarer Saft ausgeschieden wurde, so schien es, dass dieser wässerige Saft in Berührung mit der rothbraunen, noch nicht erhärteten Substanz eine milchige Trübung (Emulsion) gab. Meist begannen diese Ausscheidungen im älteren Theile des Holzes; sie waren besonders reichlich wahrzunehmen an Abschnitten unterirdischer Stammtheile.[1])

Nach mikroskopischer Untersuchung enthielten die Gefässe einen Wandbeleg oder grössere Massen gelbbräunlicher Substanz, bisweilen gelbe, glänzende Kugeln. An älteren Wundflächen waren die sämmtlichen Elemente der Querschnittsfläche mit rothbrauner Substanz erfüllt. Von diesen Endflächen einwärts schränkte sich die braune Färbung immer mehr auf die Zellen in der nächsten Umgebung der Tracheen ein, noch weiter einwärts waren überhaupt nur mehr die Gefässe mit dem besonderen Inhalte versehen, während der Inhalt aller übrigen Elemente durchaus unverändert war. Letzterer Umstand ist zur Beurtheilung der Entstehungsvorgänge besonders zu beachten. Die geschilderte Vertheilung der schutzholzbildenden Substanz mag damit zusammenhängen, dass die Verwundung den Querschnitt des Holzkörpers geöffnet hatte. Die Membranen sämmtlicher Elemente, auch jener der Wundfläche, waren durchaus farblos, in keiner Weise gequollen oder sonstwie verändert.

Es ist wahrscheinlich, dass, wenn reichlichere Mengen der fraglichen Substanz an Wundflächen ergossen werden sollen, reichliche Wasserzufuhr stattfinden muss, indem die osmotische Thäsigkeit der an die Gefässe stossenden Elemente die in die Gefässe übergetretene Substanz in Bewegung setzt. Es gelang auch öfters, durch Erwärmen mit der Hand aus den Gefässen rothbraune Flüssigkeit hervorzutreiben. Gerade bei Querschnittwunden wird die Ausscheidung um so ausgiebiger sein, weil auch tiefer gelegene Elemente des lebenden Holzkörpers an dem Verschlusse insofern theilnehmen können, als sie verschliessend wirkende Substanz in die Tracheen abscheiden, in welchen dann der Transport zur Wundfläche vor sich geht. Dies Verhalten bei reichlicher Wasserzufuhr scheint geeignet, gerade in feuchten Medien, wo die Gefahr der Zersetzung des bloss gelegten Holgkörpers besonders nahe liegt, den Wundverschluss zu beschleunigen und eine stärkere Schutzholzlage herbeizuführen, als wenn der Verschluss nur durch die chemischen Veränderungen des Inhalts der der Wundfläche nächsten Elemente zu Stande käme.

---

[1] Vergl. Flora 1882, No. 7 und 10.

7. L. Wittmack: Ueber die Inconsequenz der Nomenklatur landwirthschaftlicher und gärtnerischer Pflanzen.

Eingegangen am 8. October 1884.

In der landwirthschaftlichen Botanik sind seit längerer Zeit, besonders durch v. **Martens**, **Alefeld** und **Körnicke**, eine grosse Anzahl lateinischer Namen für die vielen Varietäten des Getreides und der Hülsenfrüchte etc. eingeführt worden, Namen, welche allerdings den Praktikern meist unbekannt geblieben sind und deshalb von ihnen auch fast gar nicht beachtet werden, ja selbst vielen Botanikern nicht geläufig sind, da nur wenige sich mit diesem Gegenstande beschäftigen. **Körnicke** führt z. B. in seiner trefflichen Arbeit: Die Saatgerste (Zeitschrift f. d. gesammte Brauwesen, 1882) 44 meist erst neu von ihm gebildete Varietäten auf, deren jede wieder gewöhnlich mehrere, in vielen Fällen aber auch nur eine Sorte umfasst; **Alefeld** nimmt in seiner „Landw. Flora“, Berlin 1866, 60 Varietäten des Weizens an, **Körnicke** 1873: 53. — Ganz anders verhält es sich bei den cultivirten Rosen, dem Obst etc. Hier haben nicht Männer der Wissenschaft, sondern tüchtige Praktiker die Gruppirung vorgenommen und namentlich beim Obst ein System hergestellt (eigentlich zwei, ein künstliches und ein natürliches), mit Hülfe dessen man im Stande ist, die ca. 800 Sorten Aepfel und ca. 1200—2000 Sorten Birnen ohne einen einzigen lateinischen Namen ganz gut zu classificiren. — Bei den Erdbeeren hat **Alefeld** wieder lateinische Namen für die Varietäten aufgestellt, die aber in der Praxis nie gebraucht werden, ebenso wenig wie seine lateinischen Namen für die Kartoffelsorten, Kohlsorten etc. Wieder anders ist es bei vielen Florblumen und bei den Gehölzen. Hier sind es die Praktiker, welche geradezu mit lateinischen Namen um sich werfen. Da liest man: *Petunia hybrida grandiflora fimbriata*, *P. h. gr. intus aurea*, *Evonymus japonicus fasciatus fol. aur. var*, *Acer platanoides atropurpureum Reitenbachi*, *Araucaria excelsa glauca robusta „Roi des Belges“*, *Picea excelsa compacta pyramidalis*, *Thuja occidentalis recurva nana* etc. Mehr als drei Namen sollten nicht erlaubt sein, zwei für die Gattung und Species, der dritte für die Varietät; dagegen sollten die Sorten durch Eigennamen bezeichnet werden, also z. B. *Araucaria excelsa glauca „Roi des Belges“*, oder kurzweg *Araucaria excelsa „Roi des Belges“*, — Letzteres, die Bezeichnung der Sorten durch Eigennamen, geschieht richtig bei Rosen, *Clematis*, Fuchsien etc., hier namentlich schon, weil man oft die Abstammung nicht kennt.

Die Hauptursache dieser Inconsequenzen liegt einmal darin, dass die Bearbeiter resp. die Benenner der betreffenden Pflanzen in einem Falle Botaniker, im andern Falle Gärtner sind, zweitens darin, dass Manche sich über den Unterschied zwischen „Varietät" und Sorte nicht klar sind und drittens auch vielfach in der Gewohnheit, im Usus.

Was soll nun geschehen? Sollen die lateinischen Namen der Varietäten eingezogen werden resp. unbeachtet bleiben, oder sollen auch für diejenigen Kulturpflanzen, für die noch keine existiren, also z. B. Obst, Rosen, solche geschaffen werden? Der Praktiker wird für das Erstere, der Theoretiker für das Letztere stimmen.

Da in der ganzen Wissenschaft es üblich ist, lateinische Namen zu gebrauchen, so erscheint es gerechtfertigt, wenn auch bei dem Obst und den Rosen solche eingeführt werden. Aber selbstverständlich dürfte nicht jede einzelne Sorte, wie das von Alefeld z. B. bei den Erdbeeren geschehen, mit einem lateinischen Namen versehen werden, sondern die letzteren müssten nur zur Bezeichnung grösserer Gruppen dienen, denn eine „Gruppe" oder „Classe" der Pomologen entspricht etwa dem Begriff „Varietät" der Botaniker. Das kann natürlich erst geschehen, wenn einmal das ganze Gebiet der Obstsorten etc. wissenschaftlich durchgearbeitet ist, man würde dann aber auch z. B. zu einem internationalen, allgemein gültigen pomologischen System kommen, während jetzt fast in jedem Lande ein anderes herrscht oder die ähnlichen Systeme wegen der durch Vulgärnamen bezeichneten Gruppenbenennungen im Nachbarlande nicht verständlich sind. — Vorläufig muss es freilich beim Alten bleiben und erst recht viel Material gesammelt werden.

Eine weitere Frage ist die, ob es erlaubt sein soll, dass Jemand Pflanzen nach sich selbst benennt. Diese Sitte, resp. Unsitte, greift jetzt in der Handelsgärtnerwelt um sich. Ich meine, es ist gegen alle Regeln und gegen allen botanischen Takt, es sollte daher streng gerügt werden. Es wird bei den zahlreichen Gartenbauzeitungen gewiss jedem Züchter leicht werden, einen Autor zu finden, der die betr. Pflanze zu Ehren des Züchters tauft.

Ferner fragt sich, ob bei Eigennamen im Genitiv ein oder zwei *i* anzuhängen sind. Diese Sache wird sich zum Theil richten nach der Endung des Eigennamens. Diejenigen Namen, welche auf *er* (auch *us* und *ir*) enden, wie Hooker, Schwedler etc., werden nach der zweiten Declination wie *puer* ein einfaches *i* erhalten. Diejenigen aber, welche eine andere Endung haben, werden erst durch Anhängung von *ius* latinisirt werden und erhalten dann im Gnnitiv zwei *i*, z. B. Lowii, Veitchii. Vornamen werden aber dem Usus gemäss schon durch Anhängung von *us* latinisirt und erhalten im Genitiv nur ein *i*, z. B.

Leopoldus Leopoldi, Franciscus Francisci. So ist es auch bei Namen, die auf einen Vokal enden, z. B. Worlée, Worléei (*Acer Pseudoplatanus Worléei*) Da nun aber im „goldenen“ Latein der Genitiv der auf *ius* endenden Wörter nicht zwei, sondern nur ein *i* hatte, z. B. *Tullius Tulli*, ein Umstand, auf den Herr Prof. Ascherson mich aufmerksam machte, so möchte ich vorschlagen, überhaupt nur ein *i* anzuwenden, um eine Einheitlichkeit herzustellen. Es ist zugleich eine Zeitersparniss.

8. L. Wittmack: Ueber einige Eigenthümlichkeiten der Rhizoboleen, einer Unterfamilie der Ternströmiaceae.

Eingegangen am 8. October 1884.

Die Rhizoboleae umfassen nur zwei Gattungen: *Caryocar* und *Anthodiscus*. Von der Gattung *Caryocar* soll hier allein die Rede sein. Es sind dies meist hohe Bäume der Urwälder des tropischen Amerikas, deren Nüsse gegessen werden. Die Blätter sind gegenständig und dreizählig. Nie finden sich in den Herbarien fünfzählige und wenn auch Aublet, (Plantes de la Guiane française IV, t. 238 und 239), solche abbildet, so muss hier ein Versehen obgewaltet haben, und seine ganze Trennung der Gattung in zwei: *Pekea* mit fünfzähligen und *Saouari* mit dreizähligen Blättern, eine Eintheilung, welche auch Bentham und Hooker in ihren Genera plantarum I, 180, mit erwähnt haben, wird hinfällig. Herr Prof. Olliver hatte die Güte, im Herbarium zu Kew nachzusehen, ob sich dort fünfzählige Blätter finden, allein vergebens. Schon William Jackson Hooker bemerkt in Bot. Mag. t. 2727 und 2728 (1827), wo sich die beste Abbildung von *Caryocar nuciferum* findet, indem er Aublet's Namen als Synonym citirt: *Pekea tuberculota* Aubl. Guian. p. 597, t. 239, fructus? non folia; er scheint aber nicht gedacht zu haben, dass es überhaupt keine *Caryocar* mit fünfzähligen Blättern gebe. — Auch *Anthodiscus* hat dreizählige Blätter.

Die Blüthen von *Caryocar* sind sehr ansehnlich, blass gelb oder roth von Farbe und zum Theil von bedeutender Grösse. Das Schönste an ihnen sind aber die zahlreichen langen, an der Basis verwachsenen Staubfäden, welche oft die Blumenblätter um das Doppelte an Länge überragen. In der Knospe sind dieselben eigenthümlich mehrfach *S*-förmig hin- und hergebogen, offenbar aus Mangel an Raum. Die innersten Reihen sind meist steril und nur die äusseren Reihen tragen kleine Antheren. Nach der Spitze zu sind die fruchtbaren Staubfäden mit kleinen weisslichen Höckerchen besetzt, während die unfruchtbaren Staubfäden solche Höcker auf ihrer ganzen Länge aufweisen. Die mikroskopische Untersuchung zeigt, dass diese Höckerchen gewissermassen aufgeblasene, grob getüpfelte Epidermiszellen sind, welche oft spiralig gewunden an den Fäden der Länge nach angeordnet sind. Die Aussenkante dieser Zellen erscheint stärker verdickt als die Seiten. Vermuthlich haben diese Epidermiszellen den Zweck, die strahlenförmige Entfaltung der Staubfäden, wie sie bei den meisten *Caryocar*-Arten zur Zeit des Aufblühens eintritt, zu unterstützen. Man kann sich vorstellen, dass dieselben den oberen, dünnen, pfriemlich zugespitzten Theil des Staubfadens schwerer machen, zumal wenn sie mit Zellsaft gefüllt sein sollten, und so ein Neigen der Staubfäden aus der senkrechten Lage in die horizontale begünstigen. Wahrscheinlich spielen hier aber auch noch endosmotische Verhältnisse mit, die bei der spiraligen Anordnung der Höcker möglicher Weise eine Torsion der Staubfäden veranlassen, was aber nur im Leben genauer untersucht werden könnte. Die sterilen inneren Staubfäden, die, wie gesagt, in der ganzen Länge mit diesen Höckerchen besetzt sind, werden durch ihr Auseinanderbreiten selbstverständlich die äusseren noch weiter nach aussen drängen. (Bei *C. nuciferum* scheinen die Höcker zu fehlen; bei ihm sind die Staubfäden nicht spreizend dargestellt. Aus Mangel an Material kann ich darüber nicht entscheiden.)

Die Frucht vom *Caryocar* ist eine Steinfrucht mit vier oder durch Verkümmerung 3—1 Nüssen, à 1 Samen. Die Fruchtschale ist ölhaltig, ebenso der Same, und werden die letzteren deshalb gegessen. Die Nüsse von *Caryocar nuciferum* heissen Saouari-Nüsse, in England Suwarow-Nüsse oder Butternuts, die von *Caryocar glabrum* u. a. Almendron (Mandeln). In neuer Zeit scheinen übrigens die Suwarow-Nüsse nicht mehr nach England zu kommen, wenigstens war es Herrn Prof. Olliver nicht möglich, solche aufzutreiben.

Bekannt ist seit lange der merkwürdige Same, der bei *C. nuciferum* die Länge von 4—5 *cm*, bei einer Dicke von 2—3 *cm* erreicht. Die Hauptmasse an ihm ist das ausserordentlich grosse Würzelchen, daher auch der Gaertner'sche Name Rhizobolus, Wurzelklumpen. Die gekrümmte Plumula nimmt nur einen ganz kleinen Raum am oberen Ende ein.

Nicht genauer untersucht war aber bisher der Stein, die harte Schale der Nüsse, wenigstens nicht in vergleichender Weise. Diese ist bei *Caryocar nuciferum*, dessen Nüsse die grössten sind (bis 7 *cm* Länge und fast 5 *cm* Dicke) am härtesten und stärksten, 1 *cm* dick. Schon Gaertner beschreibt ihren Bau ziemlich richtig. Er sagt: Sie ist aus einer doppelten Substanz zusammengesetzt, die eine holzige, rindenartige, braungelbe, zerbrechliche (? W.) ist die äussere, die andere, innere, ist knorpelartig-häutig, sehr dünn und röthlich; sie sendet aber nach aussen viele keulenförmige, höckerige, pfriemenförmige oder sonstwie gestaltete rothbraune Fortsätze in die Rindensubstanz hinein und ist daher aussen weichstachelig (besser höckerig, W.), innen aber glatt, und bildet dort das Fach für die Nuss.

Ganz anders sind scheinbar die Nussschalen von *Caryocar glabrum* und den ihm nahe stehenden Arten gebaut. Diese sind nach den Abbildungen bei Aublet l. c. aussen filzig, bei den mir vorliegenden halbreifen Nüssen aus dem Kgl. bot. Musum zu Berlin aber glatt. Die Schale selbst besteht wieder aus zwei Schichten, einer äusseren weichen, fettreichen, parenchymatischen, und einer inneren dünnen, aus langen, dicht verfilzten, haarförmigen Zellen, deren Enden als vielfach gewundene Haare frei in das Lumen der Nuss hineinragen. Nach aussen aber sendet diese Schicht nadelförmige oder pfriemenförmige, harte, braunrothe Fortsätze in das Gewebe der äusseren Schicht bis dicht an die Peripherie. Diese dünnen Fortsätze entsprechen den dicken Höckern, welche bei *C. nuciferum* in die äussere Schicht eindringen. Untersucht man die pfriemenförmigen Fortsätze mikroskopisch, so erkennt man gar bald, dass sie aus verflochtenen und verwachsenen, verdickten, haarartigen Zellen bestehen, die morphologisch den frei in's Innere ragenden Haaren entsprechen und auch aus derselben Schicht entspringen. Es sind also Stacheln. — Und die eigenthümlichen harten, keulenförmigen, beinharten Fortsätze in der Schale von *C. nuciferum* sind morphologisch ganz dasselbe; auch sie sind aus verwachsenen, verdickten, haarartigen Zellen gebildet und entspringen aus derselben inneren Schicht. — Es ist dies, namentlich die beinharten Höcker bei *C. nuciferum*, wohl einer der interessantesten Fälle von Umbildung verwachsener haarförmiger Zellen zu harten Gebilden, und wenn man ein Beispiel aus dem Thierreich als Analogon anführen wollte, so könnte man wohl am besten das Horn des Rhinoceros nennen, welches ja gewissermassen auch aus Borsten oder Haaren zusammengesetzt ist. Nur ist bei *Caryocar* der wesentliche Punkt noch der, dass diese Stacheln oder Höcker nicht, oder wenigstens meistens nicht, frei an die Oberfläche treten, sondern ein wenig unterhalb derselben enden, oder bei *C. nuciferum* die Oberfläche etwas in die Höhe heben und dadurch das höckerige Ansehen der Nuss von letzterer Art bedingen.

9. L. Wittmack: Ueber essbare Eicheln.

Eingegangen am 8. October 1884.

Herr Wittmack legt der Versammlung süsse essbare Eicheln, *Quercus Ilex* L. *var. Ballota* (*Q. Ballota Desf.*), vor, welche Herr Prof. Gruner für das Museum der landwirthschaftlichen Hochschule von la Encina, Prov. Salamanca, Spanien, mitgebracht. Diese Eicheln dienen dort namentlich zur Schweinemast, werden aber bekanntlich in manchen Gegenden auch von den Menschen roh oder geröstet genossen. Nach Mathieu, Flore forestière, 3 ed., 325, werden sie schon in einigen Departements des südlichen Frankreichs, Gard, Var, Vaucluse, gegessen, besonders aber in den Gebirgsgegenden Spaniens und Algiers, wo diese Varietät verbreiteter ist, als *Q. Ilex* selbst. Sie erreichen dort eine noch bessere Qualität und dienen vielfach zur Nahrung, werden sogar den Kastanien vorgezogen. Diese Eiche wird dort sowohl als Obstbaum, wie als Forstbaum kultivirt. — *Q. Ballota* unterscheidet sich von *Q. Ilex* nur durch höheren Wuchs, unterseits weissfilzigere Blätter und grössere, süsse, wohlschmeckende Eicheln.

Wie bei der Stammform ist auch bei der Varietät die Form der Eicheln verschieden; die meisten sind länglich eiförmig, andere länglich cylindrisch, noch andere ei-kegelförmig. Ihre Länge schwankt zwischen 25—37 *mm*, der Durchmesser zwischen 13 und 16 *mm*. Der Becher fehlt an den vorliegenden Exemplaren, er hat dem Anschein nach die Frucht $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{3}$ umgeben. Die Farbe der Schale ist gelbbraun, wie bei unseren Eicheln.

Auf der inneren Seite ist die Schale stark filzig. Das Gewebe der Cotyledonen besteht aus ziemlich kleinen, dünnwandigen Parenchymzellen, die dicht mit Stärkemehl und etwas Fett erfüllt sind. Die Stärkekörner sind unregelmässig und weichen in Form von der Stärke unserer Eicheln nicht ab; sie sind eiförmig, länglich eiförmig, oder rundlich dreiseitig, selbst bohnen- und nierenförmig, oft schief. Die Kernhöhle ist gewöhnlich deutlich, meist lang spaltenförmig. Die Länge der Körner beträgt im Maximum 0,020, selten bis 0,028, die Breite 0,014 —0,020; sie sind also etwas kleiner als die der gewöhnlichen Eicheln.

Der Geschmack der sehr harten Cotyledonen ist nicht unangenehm, aber wenig süss, mitunter etwas säuerlich (vielleicht weil die vorliegenden nicht mehr ganz frisch waren), auch etwas zusammenziehend. Dass letzteres von einem geringen Gerbstoffgehalt herrührt, erweist sich beim Zusatz von Eisenchlorid. — Ausserdem findet man in dem Extrakt der gepulverten Cotyledonen bei der Trommer'schen Probe Traubenzucker.

10. L. Wittmack: Ueber eine neue Gerstenvarietät.

Eingegangen am 8. October 1884.

Herr Wittmack legte Körner einer neuen Varietät von *Hordeum vulgare trifurcatum* Ser. (*H. Aegiceras* E. Meyer) vor, die er zu Ehren des Züchters, Herrn Horsford in Charlotte, Vermont, Ver. St., *H. vulgare var. Horsfordianum* benannt hat. Nach Mittheilungen des Herrn Horsford hat derselbe diese Gerste durch Kreuzung von Escourgeon-Gerste mit Nepal-Gerste gewonnen. Unter Escourgeon versteht man in Frankreich gewöhnliche bespelzte sechszeilige Gerste; Nepal- oder Nepaul-Gerste dagegen ist sechszeilige nackte Gerste, möglicherweise wird aber in Amerika auch die nackte Dreizackgerste mit dem Namen Nepal-Gerste belegt. Die von Hrn. Horsford im Frühlinge dieses Jahres erhaltenen Samen wurden im ökonomischen Garten der landwirthschaftlichen Hochschule zu Berlin gesäet und ergaben ausserordentlich kräftige, mit langen, dicken Aehren versehene Dreizackgerste, *H. vulgare trifurcatum*, die sich von der gewöhnlichen Dreizackgerste durch ihre robusteren Aehren unterschied, sonst aber nichts Auffälliges zeigt. Bei der Ernte ergab sich aber, dass die Körner nicht nackt sind, wie bei der gewöhnlichen Dreizackgerste, sondern mit den Spelzen verwachsen. Ferner zeigte sich, dass der mittlere, kapuzenförmige Zahn der Granne, welcher sonst im günstigsten Falle eine männliche Blüthe, aber meist sehr reducirt, enthält, hier eine fruchtbare Blüthe enthalten hatte, wenigstens war an zwei Körnern ein vollständiges, normales, wenn auch etwas kleineres Korn ausgebildet, während einige andere Körner Andeutungen dazu zeigten. Die beiden erwähnten Körner tragen demnach an ihrer Spitze noch ein zweites, kleineres, umgekehrtes Korn, ein wohl noch nie beobachteter Fall!

Diese Varietät steht sehr nahe dem *Hordeum vulgare tortile* Robert (als Art 1832) nach Sér. Cér. eur. 349 (29) tab. 3* duplo, (Körnicke, die Saatgerste in Zeitschrift für das ges. Brauwesen, 1882. var. 14. S. 28 des Sep.-Abdruckes), unterscheidet sich von ihm aber durch die fehlenden Grannen.

Museum der königl. landwirthschaftl.
Hochschule in Berlin.

11. R. von Uechtritz: Cicendia filiformis Delarbre in der schlesischen Ober-Lausitz.

Eingegangen am 15. October 1884.

Noch in dem von mir bearbeiteten Abschnitte der Einleitung zu Fiek's „Flora von Schlesien“, den „Vegetationslinien der schlesischen Flora“ (1881) habe ich unter den, unserem Gebiete fehlenden, aber in den Nachbarländern vorkommenden westlichen Pflanzentypen auch die *Cicendia filiformis* Delarbre aufgeführt, welche allerdings bisher nur aus einem einzigen Grenzbezirke, der Provinz Brandenburg, und auch hier, streng genommen, nur an einem Standorte in Westhavelland — zwischen Butzow und Marzahn, nördlich von Brandenburg — bekannt war. Erst in der Altmark und im südwestlichen, dem Elbgebiete angehörigen Theile Mecklenburgs findet sich diese niedliche Gentianacee an mehrfachen Stellen und tritt hier zugleich für Deutschland in die Ostgränze ihres geschlossenen Areals, welches sich einerseits nur wenig weiter nach Norden, durch Holstein bis Schleswig und in das nördlichste Jütland erstreckt, andererseits aber von Braunschweig (Sophienthal) und Hannover etc. über Holland, Belgien durch ganz Westeuropa bis zur Strasse von Gibraltar reicht. In den Rheinlanden geht *Cicendia* südwärts bis Coblenz und Birkenfeld an der Nahe und erscheint, abgesehen von einem isolirten Vorkommen bei Cassel, noch im unteren Maingebiete bei Hanau, Aschaffenburg, Streit bei Klingenberg und Miltenberg (nach Prantl's Excursionsflora von Baiern). In der Pfalz und im übrigen südwestlichen Deutschland, sowie in der Schweiz fehlend, begegnet sie uns bereits wieder in Luxemburg und in Ost-Frankreich, so bei Epinal und nicht selten in der Bresse des Dép. Ain, wo, wie bei Paris, in der Normandie und auf Guernsey, auch die zweite europäische Art der Gattung, *C. pusilla* Gris., hinzutritt. In Frankreich ist *C. filiformis* überhaupt verbreitet, während sie in Gross-Britannien auf die südlichen Theile Englands und Irlands beschränkt bleibt. Auf der iberischen Halbinsel bevorzugt sie die atlantischen Küstengebiete bis Portugal, obschon sie selbst dem äussersten Süden (Cadix, San Roque bei Gibraltar!) nicht fehlt, und auch auf dem afrikanischen Ufer der Meerenge bei Tanger noch einmal auftritt (Ball Journ. Linn. Soc. Bot. XVI, p. 567); im Centrum Spaniens gilt sie dagegen als Seltenheit. Viel sporadischer erscheint unsere Pflanze im Mittelmeergebiet, dessen afrikanischen Küstenländern (abgesehen von dem einen marokkanischen, genau genommen, nicht mehr am Mittelmeer gelegenen Fundort) sie meines Wissens überhaupt fehlt. Ausser in Süd-Frankreich, Corsica, Sardinien, Sicilien und dem italienischen Festland (bei Biella und Vercelli in Piemont, Toscana, Unter-Italien) findet sie sich noch in Süd-Dalmatien (Cattaro: Pichler!) für Griechenland figurirt nur eine ältere Angabe Sibthorp's aus Elis, aber nach Boissier, der Exemplare gesehen, hat sie Duparquet sogar noch am Fusse des Berges Bulghurlu Dagh auf der asiatische Seite des Bosporus beobachtet. Vielleicht ist also ihre Verbreitung im östlichen Mediterranbecken eine umfangreichere; ein so kleines Pflänzchen ist eben leicht zu übersehen, zumal im Süden, wo die Blüthezeit schon in den April und Mai fällt und das Vertrocknen sicher schneller als in nördlicheren Gegenden eintreten wird.

Das Vorkommen in Siebenbürgen (Baumgarten und seinen Angaben folgend Schur und Fuss) ist wohl einer erneuten Bestätigung bedürftig, wie denn bereits Reichenbach p. (Fl. germ. excurs.) dieser Angabe keinen Glauben zu schenken geneigt ist. Noch räthselhafter erscheint die Angabe Boissier's (Fl. orient. IV. p. 66) „Lapponia", da sonst die Pflanze, wie wir gesehen haben, den 55. Breitengrad wenig überschreitet und nicht einmal auf den dänischen Inseln oder in den südlichen Theilen des eigentlichen Skandinaviens beobachtet ist.

Ihrer Gesammtverbreitung nach schliesst sich also *Cicendia filiformis* den Typen der atlantischen Flora [1]) auf's Engste an und schon Ascherson hat sie [2]) zu den Arten der märkischen Flora gebracht, welche als Vertreter des Seeklimas gelten können. Da sie indessen gerade aus der Nieder-Lausitz, also dem Theile jenes Gebietes, in welchem eine Anzahl Typen ähnlichen Charakters nach völliger oder partieller Ueberspringung eines breiten Zwischenstreifens wieder auftauchen, bisher noch unbekannt war, so war ihr Vorhandensein auf schlesichem Boden von vornherein schwerlich zu erwarten, obgleich einige andere Species der gleichen Kategorie auch auf diesseitiges Terrain übertreten und sich theilweise selbst noch bis ins eigentliche Schlesien hineinziehen.

Um so mehr wurde ich daher überrascht, als ich am 7. September dieses Jahres von meinem, um die Erforschung der schlesischen Flora so hochverdienten Freunde Fiek lebende Exemplare der *Cicendia* erhielt, welche derselbe Tags zuvor in der Nähe der Station Rietschen der Berlin-Görlitzer Eisenbahn selbst gesammelt hatte. Nach mündlichen Mittheilungen des Entdeckers findet sich die Pflanze daselbst, ihrem anderweitigen Vorkommen entsprechend, in feuchten, sandigen Ausstichen am Saume des Alluvialgebietes des weissen Schöps, eines rechtsseitigen Nebenflusses der Spree, etwa eine halbe Stunde südwestlich vom Bahnhofe Rietschen gegen das Dorf Werda hin, in Gesellschaft von *Drosera intermedia, Lycopodium inundatum*, *Juncus capitatus*, *Radiola* etc. ziemlich zahlreich.

---

[1]) Im Sinne von Forbes und der Mehrzahl der neueren Pflanzengeographen, nicht aber Willkomm's.

[2]) Verhandl. d. bot. Ver. für d. Prov. Brandenb. III. IV. p. 21.

Ob wir es hier mit einem isolirten, dem Vorkommen der *Tillaea muscosa* L. bei Jüterbog entsprechenden Standorte zu thun haben oder ob, was wohl wahrscheinlicher, die *Cicendia* in den erst zum Theil genauer durchforschten Haidegebieten beider Lausitzen weiter verbreitet ist, muss die Zukunft zeigen; vorläufig genügt die Constatirung der Thatsache, dass durch den Fiek'schen Fund die Verbreitung der Art, wenigstens für Deutschland, um fast 2½ Längengrade nach Osten vorgeschoben ist.

Gleichzeitig gewinnt durch denselben die Aussicht der Auffindung einiger andern, der gleichen Kategorie angehörigen Arten auf schlesischem Gebiete an Wahrscheinlichkeit, die in den südlicheren Theilen der Provinz Brandenburg, zumeist schon in den Grenzdistricten, vorkommen; hierher gehören namentlich *Helianthemum guttatum* Mill., *Isnardia palustris* L., *Tillaea muscosa* L., *Myrica Gale* L., *Echinodorus ranunculoides* Engelm. und *Heleocharis multicaulis* Sm.

12. H. Ambronn: Liste der von der deutschen Nordpolar-Expedition am Kingawa-Fjord des Cumberland-Sundes gesammelten Phanerogamen und Gefässkryptogamen.

Eingegangen am 15. October 1884.

Die Station der deutschen Nordexpedition, welche im Anschluss an die Expeditionen anderer Staaten vom September 1882 bis September 1883 in erster Linie meteorologische und magnetische Beobachtungen anzustellen hatte, war an der Nordspitze des Kingawa-Fjordes im Cumberland-Sund (66° 36′ n. Br., 67° 14′ W. L. Gr.) errichtet worden. Obwohl die Zeit der Mitglieder durch die regelmässigen physikalischen Beobachtungen genügend in Anspruch genommen war, haben doch einige Herren sich der Mühe unterzogen, eine Sammlung dort vorkommender Pflanzen anzulegen. Dieselbe kann zwar durchaus nicht als vollständig gelten, denn es sind, da die Pflanzen von Nicht-Botanikern gesammelt wurden, vorzugsweise die durch Blüthe oder Blattform auffallenderen Species in dem mitgebrachten Herbarium vertreten, dagegen fehlen Gramineen, Cyparaceen, Juncaceen, die doch jedenfalls in jenen Gegenden in grösserer Anzahl vorhanden sind, fast gänzlich. Immerhin aber ist die Sammlung insofern von Werth, als die Flora des Cumberland-Sunds und speziell des Kingawa-Fjordes bis jezt fast ganz unbekannt war. Nur die in den Jahren 1877—78 in jener Gegend weilende Howgate Polar-Expedition hat einigen Aufschluss über die floristischen Verhältnisse geben können. Die von den Mitgliedern dieser Expedition gesammelten Pflanzen wurden von Asa Gray bestimmt und die betreffende Mittheilung findet sich in „Contributions to the natural history of arctic America made in connection with the Howgate Polar Expedition 1877—1878 by L. Kumlien.“ Bulletin of the United States National Museum, No. 15.

Es steht zu hoffen, dass wir weiteren Aufschluss über die Flora der Insel Cumberland in nächster Zeit erhalten werden, da Dr. F. Boas, welcher ethnographischer Studien halber in dem letzten Jahre diese Insel durchforschte, von seiner Reise glücklich zurückgekehrt ist und wahrscheinlich eine vollständigere Sammlung von Pflanzen mitgebracht haben wird.

Da von den Mitgliedern der Kingawa-Expedition grössere Exkursionen nicht unternommen werden konnten, so ist natürlich das Gebiet, von welchem die gesammelten Pflanzen stammen, ein sehr beschränktes, nur eine einzige Spezies der folgenden Liste wurde durch Eskimo's aus dem Inneren des Landes überbracht, es ist dies *Arnica alpina*, alle anderen sind in der nächsten Umgebung der Station gesammelt.

Ueber die klimatischen Verhältnisse lassen sich zur Zeit nur wenige Angaben machen, da die ausführlichen Mittheilungen hierüber erst in dem offiziellen Berichte über die Thätigkeit der beiden Polarexpeditionen zur Veröffentlichung gelangen können. Soviel kann jedoch jetzt schon mit Sicherheit angegeben werden, dass das Klima als ein durchaus arktisch-continentales bezeichnet werden muss, obwohl die Station dicht an der Küste des Fjords lag. Die Lufttemperaturen zeigten sehr bedeutende Schwankungen; die niedrigste Temperatur, welche beobachtet wurde, war — 47,9° C. (März), die höchste betrug + 19,8° C. (August). Im Monat März war die Schwankung am stärksten, sie betrug 51,7° C. In den Monaten Mai — September, welche für die Vegetationsverhältnisse am wichtigsten sind, betrugen die Schwankungen nicht über 20°. Die höchsten und niedrigsten Temperaturen dieser Monate waren folgende:

	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept. 82	Sept. 83
absol. Minimum . .	– 11,6	– 5,1	+ 0,4	0,0	– 6,7	– 6,2
absol. Maximum . .	+ 8,0	+ 10,8	+ 15,9	+ 19,8	+ 5,9	+ 10,4

Die Sommermonate waren, was die Beleuchtungsverhältnisse anbetrifft, sehr trübe, am meisten der Juni, welcher nur 16 wolkenlose Stunden zeigte.

Ueber die Feuchtigkeitsverhältnisse der Luft lässt sich zur Zeit nichts Bestimmtes mittheilen. Nebel waren verhältnissmässig selten, die Gesammtniederschlagsmenge war sehr gering.

Betreffs des Näheren über die Temperaturverhältnisse verweise ich auf den vorläufigen Bericht über die Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen der deutschen Polarstationen, im Auftrage der deutschen Polarkommission herausgegeben von dem wissenschaftlichen Sekretär derselben, Dr. v. Dankelmann (Ann. d. Hydrographie, Heft VIII, 1884).

Die Bodenverhältnisse können hier nicht genauer geschildert werden, das Wichtigste hierüber findet sich in „Bemerkungen über den Cumberland-Sund und seine Bewohner", Deutsche geographische Blätter, Bd. IV, Heft 4, S. 347 ff., dieser Mittheilung ist zugleich ein kleiner Situationsplan der Station und ihrer nächsten Umgebung beigefügt.

Auf eine ausführlichere Beschreibung der gesammelten Pflanzen und deren Standorte muss ich hier verzichten, es bleibt dies der offiziellen Veröffentlichung vorbehalten.

Da die Fertigstellung dieses Berichts wohl noch längere Zeit in Anspruch nehmen wird, so möge hier wenigstens die Liste der Pflanzen vorläufig mitgetheilt werden. Ich bemerke noch, dass ich mich in Betreff der Nomenclatur und der Gruppirung nach Lange's Conspectus Florae Groenlandicae, Kopenhagen 1880, gerichtet habe.

1. *Dryas integrifolia* Vahl.
2. *Potentilla Vahliana* Lehm.
3. *Chamaenerium latifolium* (L.)
4. *Empetrum nigrum* L.
5. *Silene acaulis* L.
6. *Stellaria longipes* Goldie.
7. *Cerastium alpinum*
    var. *lanatum* Lindbl.
8. *Draba hirta* L.
9. *Papaver nudicaule* L.
10. *Saxifraga rivularis* L.
11. „ *tricuspidata* Rottb.
12. *Pedicularis lapponica* L.
13. „ *hirsuta* L.
14. *Diapensia lapponica* L.
15. *Pyrola grandiflora* Rad.
16. *Arctostaphylos alpina* Spreng.
17. *Phyllodoce coerulea* Gren. et Godr.
18. *Cassiope tetragona* Don.
19. „ *hypnoides* Don.
20. *Loiseleuria procumbens* Desv.
21. *Ledum palustre* L.
22. *Vaccinium uliginosum* L.
23. *Arnica alpina* Murr.
24. *Polygonum viviparum* L.
25. *Oxyria digyna* Campd.
26. *Salix herbacea* L.
27. „ *groenlandica* Lundström.
28. „ *glauca* L.
29. *Tofieldia borealis* Wahlenbg.
30. *Luzula arcuata*
    var. *confusa* Lindeb.
31. *Luzula arctica* Blytt.
32. *Eriophorum angustifolium* Roth.
33. *Carex rigida* Good.
34. *Hierochloa alpina* R. et S.
35. *Lycopodium Selago* L.
36. „ *annotinum* L.
37. *Lastrea fragrans* Presl.
38. *Equisetum arvense* L.

Die Pilze, welche sich in der Sammlung vorfanden, wird Herr Dr. G. Winter hier bearbeiten, von Flechten und Moosen sind nur einige Fragmente vorhanden, so dass deren Bestimmung kaum möglich sein wird, Algen sind überhaupt nicht gesammelt worden.

Ausserdem wurde in der Nähe des Cap Mercy ein grosses Stück Treibholz aufgefunden, dessen genaue Bestimmung bis jetzt noch nicht möglich war, da mir blos ein Stück Wurzelholz zur Verfügung stand.

13. N. Pringsheim: Mittheilung einer botanischen Preisaufgabe.

Eingegangen am 15. October 1884.

In ihrer öffentlichen Sitzung zur Feier des Leibnitz'schen Gedächtnisstages am 3. Juli d. J. hat die Akademie der Wissenschaften in Berlin eine botanische Preisaufgabe über den Assimilationsvorgang des Kohlenstoffes in den Pflanzen gestellt, von welcher es im Interesse der Lösung derselben wünschenswerth ist, dass sie in botanischen Kreisen eine weitere Verbreitung finde. Sie soll deshalb auch an dieser Stelle ihrem ganzen Wortlaute nach aus dem Sitzungsberichte der Akademie vom 3. Juli 1884 wiedergegeben werden mit dem Bemerken, dass die Aufgabe den herrschenden Vorstellungen gegenüber einen durchaus objectiven Standpunkt einnimmt, und nur eine thatsächliche Förderung unserer Kenntnisse, oder eine Erweiterung und Klärung unserer Anschauungen über den Gegenstand verlangt.

Die Aufgabe lautet:

2. Preis aus dem Cothenius'schen Legat.

Das Verhältniss der grünen Theile der Pflanzen zur Atmosphäre ist seit einem Jahrhundert fortgesetzt der Gegenstand eifriger Untersuchung gewesen. Man weiss, dass die kohlenstoffhaltigen Körper, welche den Leib der Organismen, der Pflanzen und Thiere, aufbauen, von jenen Körpern herstammen, die bei der Zerlegung der Kohlensäure unter Assimilation ihres Kohlenstoffes im Pflanzengewebe entstehen.

Unsere Kenntniss der organischen Bildungsvorgänge in der Pflanze weist hier aber noch eine Lücke auf. Wir kennen den Körper nicht, welcher bei der Fixirung des Kohlenstoffes im Lichte als das erste und unmittelbare Assimilationsprodukt des Kohlenstoffes in den Pflanzen auftritt. Die mikroskopische und chemische Untersuchung der assimilirenden Pflanzengewebe hat zwar an den Orten, wo die Assimilation stattfindet, schon eine Anzahl gut gekannter Körper aufgefunden, Fette, Zucker, Stärke u. s. w., die hier nachweislich in Folge der Assimilation des Kohlenstoffes entstehen und sich anhäufen, allein es ist noch unentschieden, ob unter ihnen schon das erste Assimilationsprodukt sich vorfindet, und ob sie nicht alle nur spätere Umwandlungsprodukte desselben darstellen, die im Stoffwechsel der Zelle aus dem ursprünglichen Erzeugniss der Assimilation hervorgehen. Für keinen derselben kann die Frage als erledigt betrachtet werden.

Ferner ist auch die Frage noch nicht entschieden, ob im photochemischen Zerlegungsakte der Kohlensäure bei verschiedenen Pflanzen nicht etwa verschiedene primäre Assimilationsprodukte entstehen, oder ob, wie man jetzt annimmt, unter allen Umständen und in allen Pflanzen dasselbe gebildet wird.

Diese noch bestehende Unsicherheit in dem fundamentalen Vorgange der Pflanzenernährung, welcher zur Organisation des Kohlenstoffes und zur Bildung der organischen Materie führt, verlangt eine tiefere Zergliederung des Assimilationsvorganges der Pflanzen im Licht, als sie bisher erreicht ist. Doch erscheint der Gegenstand durch die vorhergegangene Forschung in den letzten Jahren schon hinreichend geklärt und vorbereitet, um bei methodischer Inangriffnahme eine Lösung der wichtigen Aufgaben, die sich hier der empirischen Untersuchung bieten, zu versprechen, oder mindestens eine wesentliche Förderung derselben in Aussicht zu stellen.

Die Akademie wünscht daher in dieser Richtung neue selbständige Forschungen anzuregen und stellt die Preis-Aufgabe:

> Durch geeignete experimentelle und chemische Untersuchungen über den Assimilationsvorgang der Pflanzen im Lichte und durch direkten histologischen Nachweis in den Pflanzengeweben das primäre Assimilationsprodukt des Kohlenstoffes in den Pflanzen aufzusuchen, dasselbe von seinen nächsten Umbildungsprodukten im Stoffwechsel der Zelle zu unterscheiden und seine chemische Natur nachzuweisen.

Als Annäherung an die Lösung der Aufgabe wird es gelten, wenn die gegenwärtigen Vorstellungen über den Assimilationsvorgang der Pflanzen und das primäre organische Erzeugniss desselben durch Nachprüfung des bisher auf diesem Gebiete Geleisteten in exakt durchgeführten Beobachtungs- und Untersuchungs-Reihen eine wesentliche und entschiedene Erweiterung oder Einschränkung finden sollten.

Die ausschliessende Frist für die Einlieferung der Bewerbungsschriften, welche in deutscher, lateinischer, französischer, englischer oder italienischer Sprache verfasst sein können, ist der 1. Januar 1887. Die Bewerbungsschrift ist mit einem Motto zu versehen und dieses auf dem Aeussern des versiegelten Zettels, welcher den Namen des Verfassers enthält, zu wiederholen. Die Verkündigung des Urtheils und event. Ertheilung des Preises von 2000 ℳ erfolgt in der öffentlichen Sitzung am Leibnitz-Tage des Jahres 1887.

Mitgliederliste.

Ehren-Mitglieder.

Agardh, J. G., Professor der Botanik, Mitglied der königl. Akademie der Wissenschaften in Stockholm, in **Lund** (Schweden).

Bentham, G., Mitglied der Royal Society in **London** SW., 25 Wiltonplace.

Bornet, Dr. **Ed.** in **Paris**, quai de la Tournelle 27.

Boissier, Ed. in **Genf**, rue de l'Hôtel de Ville 4, au Rivage und in Valleyres bei Orbe.

Boussingault, M., Mitglied des Institut de France in **Paris**, au Conservatoire des Arts et Métiers, rue St. Martin.

de Candolle, Alphonse, Mitglied des Institut de France, in **Genf**, Cour St. Pierre 3 und au Vallon.

Gray, Asa, Professor, Herausgeber des American Journal of Science, in **Cambridge**, Mass. (Vereinigte Staaten).

Hooker, Sir **Jos. Dalton**, Mitglied der Royal Society, Direktor des königl. botan. Gartens in **Kew** bei **London**.

Tulasne, L. R., Mitglied des Institut de France, in **Hyères** (Var).

Correspondirende Mitglieder.

Balfour, J. Bayley, Professor der Botanik an der Universität in **Oxford**.

Beccari, Odoardo, vordem Direktor des Botanischen Gartens und botan. Museums in **Florenz**, Borgo Tegolaja 48 und Radda di Chianti.

Caruel, T., Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens und botanischen Museums in **Florenz**.

Cienkowski, Dr. **L.**, Professor der Botanik an der Universität in **Charkow**.

Cornu, Dr. **Maxime**, Professeur de culture, Direktor des Jardin des plantes in **Paris**, rue des Boulangers 30.

Crépin, Fr., Direktor des botanischen Gartens, Mitglied der Akademie der Wissenschaften in **Brüssel**, rue de l'Esplanade 8.

Delpino, F., Professor der Botanik an der Universität und Direktor des botanischen Gartens in **Botagna**.

Famintzin, A., Professor der Botanik, Mitglied der kaiserl. Akademie der Wissenschaften in **St. Petersburg.**

Farlow, Dr. **W. G.,** Professor der Botanik an der Universität in **Cambridge** Mass. (Vereinigte Staaten).

Lange, Dr. **Johann,** Professor der Botanik, Herausgeber der „Flora danica“ in **Kopenhagen,** Thorwaldsens Vei 5, V.

Maximowicz, C. J. von, Erster Custos am Herbarium und kaiserlich botanischen Garten, Mitglied der kaiserl. Akademie der Wissenschaften in **St. Petersburg.**

Millardet, A., Professor an der Faculté des sciences in **Bordeaux,** rue Bertrand de Goth 128.

Oliver, Daniel, Professor der Botanik an der Universität und Conservator am Herbarium, Mitglied der Royal Society in **Kew** bei **London.**

Philippi, Dr. **R. A.,** Professor der Botanik in **Santiago** (Chile).

Schübeler, Dr. **F. C.,** Professor der Botanik und Direktor des botan. Gartens in **Christiania.**

Suringar, Dr. **W. F. R.,** Professor der Botanik, Direktor des botanischen Gartens und des Staats-Herbariums, Mitglied der königl. Akademie der Wissenschaften in **Leiden.**

Van Tieghem, Ph., Professor der Botanik, Mitglied des Institut de France in **Paris,** rue Vauquelin 16.

Treub, Dr. **M.,** Direktor des botanischen Gartens und der landwirthschaftlichen Akademie in **Buitenzorg** (Java).

Warming, Dr. **Eug.,** Professor der Botanik in **Stockholm.**

Wittrock, Dr. **V. B.,** Professor der Botanik und Direktor des botanischen Museums, Mitglied der königl. Akademie der Wissenschaften in **Stockholm.**

Woronin, Dr. **M.,** Professor in **St. Petersburg,** Kleine Italienische Strasse 6.

Mitglieder.*)

Ambronn, Dr. **H**., Dozent an der Universität und Assistent am botan. Institut in **Leipzig,** Botanischer Garten.

Andrée, Ad., Apotheker in **Münder** am Deister.

Areschoug, Dr. **F. W. C.,** Professor der Botanik und Direktor des botan. Gartens in Lund (Schweden), Mitglied der königl. Akademie der Wissenschaften in Strockholm, in **Lund.**

Arndt, C., Oberlehrer am Realgymnasium in **Bützow** i. Mecklenburg.

Arzt, A., Königl. sächsischer Vermessungs-Ingenieur in **Plauen** i. Voigtlande.

Ascherson, Dr. **P.,** Professor der Botanik an der Universität in **Berlin W.,** Körnerstr. 9.

---

*) Die ausserordentlichen Mitglieder sind mit einem * bezeichnet.

Askenasy, Dr. **Eugen**, Professor der Botanik an der Universität in **Heidelberg**, Bergheimerstr. 18.

* **Athenstaedt**, Dr. **W.**, Assistent am pflanzenphysiologischen Institut der Universität in **Göttingen**, Bühlgasse 12.

Bachmann, Dr. **E.**, Oberlehrer am Realgymnasium in **Plauen** i. Voigtlande, Jägerstrasse 10.

Bachmann, Dr. **Fr.** in **Berlin SW.**, Gneisenaustr. 100.

Bäumler, **J. A.** in **Pressburg**, Dürrmanthorgasse 26.

* **Ballowitz**, **Emil**, Dr. med., Prosektor am anatom. Institut in **Rostock**, Friedrich Franzstr. 74.

Barnewitz, Realgymnasiallehrer in **Brandenburg** a. Havel.

Bartke, **R.**, Cand. phil. in **Spandau**, Markt 4.

de Bary, Dr. **A.**, Professor der Botanik, Direktor des botan. Institutes und botan. Gartens der Universität, Redakteur der „Botan. Zeitung" in **Strassburg** i. Els.

Beckmann, Apotheker in **Bassum** (Bremen).

Behrens, Dr. **W. J.**, Redakteur des „Botan. Centralblattes" in **Göttingen.**

Beinling, Dr. **E.** in **Karlsruhe** i. Baden.

Benecke, Dr. **F.** in **Fluntern** bei **Zürich**.

Berthold, Dr. **G.**, Dozent der Botanik in **Göttingen.**

de Bey, Dr., prakt. Arzt in **Aachen.**

* **Beyer**, **R.**, Realgymnasiallehrer in **Berlin S.**, Luisenufer 1 a.

* **Beyse**, Dr. **G.**, Realgymnasiallehrer in **Berlin SW.**, Alte Jacobstr. 1 a.

Blenk, Dr. **Paul** in **San Remo** (Riviera di Ponente) Pension suisse.

Boeckeler, Apotheker in **Varel** i. Oldenburg.

Boehm, Dr. **Jos.**, Professor an der Universität und an der Hochschule für Bodenkultur in **Wien**, VIII., Scodagasse 17.

Bornemann, Dr. **J. G.** in **Eisenach.**

Brandes, Apotheker in **Hannover.**

Braungart, Dr. **R.**, Professor der Bodenkunde, Pflanzenproduktionslehre, Geräthe- u. Maschinenkunde an der landwirthschaftlichen Centralschule in Weihenstephan, **Freising** i. Bayern.

Brehmer, Dr. **W.** in **Lübeck.**

Briosi, Dr. **Giovanni**, Professor an der Universität in **Pavia**.

Brunchorst, **J.** aus Christiania, z. Z. in **Berlin N.**, Pflanzenphysiologisches Institut der königl. landwirthschaftlichen Hochschule, Invalidenstrasse 42.

Buchenau, Dr. **F.**, Professor, Direktor der Realschule in **Bremen.**

Büsgen, Dr. **M.** in **Weilburg** a. d. Lahn.

Burgerstein, Dr. **A.** in **Wien** IX., Hörlgasse 15.

* **Busch**, **A.**, Lehrer in **Lieberose.**

Buser, **R.**, Conservator des Herbarium de Candolle in **Genf**, Place St. Pierre 3.

Caspary, Dr. **Rob.**, Professor der Botanik und Direktor des botan. Gartens in **Königsberg** i. Pr.

Čelakowsky, Dr. **L.**, Professor der Botanik u. Direktor des botan. Gartens der böhm. Universität, Custos am Nationalmuseum in **Prag**, Korngasse 45.

Cohn, Dr. **Ferd.**, Professor der Botanik und Direktor des pflanzenphysiologischen Institutes der Universität, Redakteur der „Beiträge zur Biologie der Pflanzen“ in **Breslau.**

Conwentz, Dr., Direktor des Westpreussischen Provinzial-Museums in **Danzig.**

Cramer, Dr. **C.**, Professor der Botanik am Polytechnikum in **Zürich**, Stadelhofen, Adlerburg.

Dammer, **Udo**, Zweiter Conservator am Kaiserl. Botanischen Garten in **St. Petersburg.**

***Demmler**, **Ad.**, Handelsgärtnereibesitzer in **Friedrichsfelde** b. Berlin.

Detmer, Dr. **W.**, Professor der Botanik in **Jena**.

***Diercke**, Seminardirektor in **Stade**.

Dingler, Dr. **Hermann**, Dozent an der Universität und Custos am botan. Garten in **München**, Karlstr. 61 a.

Dohrn, Dr. **A.**, Professor und Direktor der zoologischen Station in **Neapel.**

Doms, **A.**, Seminarlehrer in **Cöslin.**

Dreisch, Dr., Dozent an der Königl. landwirthschaftlichen Akademie in Poppelsdorf bei **Bonn**.

***Dresler**, **E. F.**, Kantor in **Löwenberg** i. Schlesien.

Droysen, Dr. **K.**, in **Geisenheim** a. Rhein.

Drude, Dr. **Oscar**, Professor der Botanik am Polytechnikum und Direktor des botan. Gartens in **Dresden.**

Dufft, **C.**, in **Rudolstadt**.

Dufour, Dr. **Jean**, Assistent am botan. Institut des Polytechnikums in **Zürich.**

Ebeling, **Chr. W.**, Lehrer in **Magdeburg**.

***Ebermayer**, Dr. **E.**, Professor in **München**.

Effner, **C. von**, Königl. Hof-Gartendirektor in **München**.

***Eggers**, **Ed.**, Verlagsbuchhändler in **Berlin SW.**, Wilhelmstr. 122.

Eichler, Dr. **A. W.**, Professor der Botanik und Direktor des königl. botan. Gartens und botan. Museums, Mitglied der Akademie der Wissenschaften in **Berlin W.**, Potsdamerstr. 75 a.

***Elstorpff**, **C.**, Getreide- und Commissionsgeschäft in **Danzig.**

Engelmann, Dr. med., Arzt in **St. Louis** (Nord-Amerika).

Engler, Dr. **A.**, Professor der Botanik und Direktor des botan. Gartens in **Breslau.**

Entleutner, Dr. **A. F.**, Professor in **Meran**, Villa Rosa.

***Erfurth, R.**, Seminarlehrer und Hofkantor in **Weimar.**

Ernst, Dr. **A.** in **Carácas** (Venezuela).

Errera, Dr. **Léon,** docteur agrégé an der Universität zu **Brüssel,** Rue royale 6.

Falkenberg, Dr., Professor der Botanik in **Göttingen.**

***Felsmann,** Dr. **C.**, Arzt in **Dittmannsdorf,** Post **Reussendorf** (Schlesien).

***Feist,** stud. phil. in **Göttingen.**

Fisch, Dr. **C.**, Dozent der Botanik an der Universität in **Erlangen.**

Fischer, Dr. **Alfr.**, Dozent der Botanik in **Leipzig,** Hohestr. 11.

Fischer von Waldheim, Dr. **Alexander,** Professor der Botanik an der Universität und Direktor des botan. Gartens in **Warschau.**

Focke, Dr. **W. O.** in **Bremen,** Steinern. Kreuz 2 a.

Frank, Dr. **B.**, Professor der Pflanzenphysiologie und Direktor des pflanzenphysiologischen Instituts der königl. landwirthschaftlichen Hochschule in **Berlin N.**, Philippstr. 7/8.

***Freschke, W.**, Schlossgärtner in **Lübbenau.**

Freyhold, Dr. **Edm. von,** Professor in **Pforzheim.**

Freyn, J. in **Prag** III., Karmelitergasse 21.

Fünfstück, Dr. **Moritz** in Berlin, botan. Institut, z. Z. in **Eichstädt** i. **Bayern,** Pfahlgasse 85.

Garcke, Dr. **Aug.**, Professor der Botanik und erster Custos am königl. botan. Museum in **Berlin SW.**, Friedrichstr. 227.

***Geheeb, A.**, Apotheker in **Geisa** (Erfurt).

Geisenheyner, L., Gymnasiallehrer in **Kreuznach.**

Geyler, Dr. **H. Th.**, Dozent und Direktor des botanischen Gartens am Senckenberg'schen Institut, Redakteur des „Botanischen Jahresberichtes“ in **Frankfurt** a. Main, Friedberger Landstr. 107.

Goebel, Dr. **K.**, Professor der Botanik und Direktor des botan. Gartens in **Rostock,** St. Georgstr. 32, I.

Goeppert, Dr. **H. R.**, Geh. Medizinalrath, Professor der Botanik und Direktor des botan. Gartens in **Breslau.**

***Golenz, J.**, Lehrer in Schönfeld p. **Mühlbock** (Frankfurt a. O.).

***Goll, W.**, Pfarrer in Bätzingen b. **Eichstätten** (Baden).

Griewank, Dr., Medizinalrath in **Bützow** i. Mecklenburg.

Gürke, M. in **Berlin W.**, Kurfürstenstr. 167.

Haberlandt, Dr. **G.**, Professor an der Universität und der k. k. technischen Hochschule in **Graz,** Klosterwiesgasse 41.

Haenlein, Dr. **F. H.**, in **Cassel,** Frankfurterstr. 5.

Hänsch, Optiker und Mechaniker in **Berlin S.**, Stallschreiberstr. 4.

Hallier, Dr. **Ernst,** Professor in **Dresden.**

Hanausek, Dr. **T. F.**, Professor an der nied.-österr. Landes Ober-Real- und Handels-Schule, Custos des Waarenlaboratoriums in **Krems** a. d. Donau (Nieder-Oesterreich).

Hartig, Dr. **Robert**, Professor der Botanik an der forstwissenschaftlichen Abtheilung der Universität in **München**, Arcisstr. 12 a, II.

Hartwich, C., Apotheker in **Tangermünde.**

***Haskarl**, Dr. **J. K.**, in **Cleve**.

Hauck, Dr. **F.**, in **Triest**, Via Rosetti 229.

***Hausser, Emil**, Ordentlicher Lehrer an der Realschule in **Barr** i. Elsass.

Haussknecht, C., Professor in **Weimar.**

***Hechel, Wilh**. in **Friedrichroda** i. Thüringen.

Hegelmaier, Dr. **Fr.**, Professor der Botanik in **Tübingen.**

Heiligenstadt, Dr. **C.**, in **Heidelberg**, Oberneckarstr. 11.

Heinricher, Dr. **E.**, Dozent der Botanik an beiden Hochschulen und Assistent am botan. Institut in **Graz**, Neuthorplatz 46.

Heldreich, Dr. **Theodor von**, Direktor des botan. Gartens in **Athen**.

Hellriegel, Dr. **H.**, Professor, Direktor der landwirthschaftlichen Versuchsstation in **Bernburg**.

Henze, Dr. phil. in **Göttingen.**

Herpell, Gust. in **St. Goar.**

Hesse, Dr. **Rud.**, Direktor der landwirthschaftlichen Winterschule in **Marburg**.

***Heyfelder, Herm.**, Verlagsbuchhändler in **Berlin W.**, Kurfürstenstr. 18.

Hildebrand, Dr. **F.**, Professor der Botanik und Direktor des botan. Gartens in **Freiburg** i. Baden.

Hinneberg, Dr. **P.**, Apotheker in **Altona**, Adler-Apotheke.

***Hinrichsen, N.**, Gymnasiallehrer a. D. in **Schleswig**.

***Hitzemann, C.**, stud. rer. nat. in **Göttingen**, Speckstr. 10.

Hobein, Dr. **M.**, Apotheker aus Schwerin, z. Z. Assistent am botan. Institut in **München**.

Höhnel, Dr. **Fr.** Ritter **von**, Professor an der technischen Hochschule in **Wien** IV., Technikerstr. 13.

***Hoffmann, Ferd.**, stud. phil. in **Charlottenburg**, Kanalstr. 14.

Hohenbühel, genannt **Heufler zu Rasen**, Baron **Ludwig von**, in Altenzoll b. **Hall** (Tirol).

Holle, Dr. **H. G.**, Lehrer an der Realschule in **Bremerhafen**, Deich 20.

Holzner, Dr. **G.**, Professor an der landwirthschaftlichen Centralschule in Weihenstephan b. **Freising** i. Bayern.

***Horn, Paul**, Apotheker in **Waren** (Mecklenburg).

Huth, Dr. **E.**, Lehrer am Realgymnasium in **Frankfurt** a. O.

Jack, J. B., Apotheker in **Konstanz.**

Jacobsthal, E., Professor an der technischen Hochschule zu Berlin in **Charlottenburg**, Marchstr. 5.

***Jaeger**, Grossh. Hofgarteninspektor in **Eisenach**.

Jentsch, Dr. in **Grabow** a. Oder.

Jönsson, Dr. **Bengt**, Dozent der Botanik in **Lund** (Schweden).

Johow, Dr. **Fr.**, Dozent der Botanik und Assistent am botan. Institut in **Bonn**, Schloss Poppelsdorf.

***Jordan, Karl**, cand. phil. in **Berlin S.**, Tempelherrenstr. 3, II.

Just, Dr. **L.**, Professor am Polytechnikum, Direktor des botan. Gartens, Redakteur der „Botan. Zeitung“ in **Karlsruhe** i. Baden.

Karaman, Lucas, Lehramts-Kandidat in **Spalato** (Dalmatien).

Karsch, Dr., Medizinalrath und Professor in **Münster** i. Westfalen.

***Kellermann**, Dr. in **Wunsiedel** i. Bayern.

Kienitz-Gerloff, Dr. **F.**, in **Weilburg**, Reg.-Bez. Wiesbaden.

***Kinzel, W.**, Pharmaceut in **Weilburg** a. Lahn, Amtsapotheke.

Kirchner, Dr. **O.**, Professor der Botanik an der landwirthschaftlichen Akademie in **Hohenheim** b. Stuttgart.

***Klatt**, Dr. **F. W.** in **Hamburg, Eimsbüttel**, Augustastr. 8.

Klebahn, Dr. **H.** in **Jena**, (in den Universitätsferien: Bremen, Taubenstr. 16).

Klebs, Dr. **Georg**, Dozent der Botanik und Assistent am botan. Institut in **Tübingen**.

Klein, Dr. **Jul.**, Professor am königl. ungar. Josephs-Polytechnikum in **Budapest**.

Klein, Dr. **Ludwig**, Dozent der Botanik an der Universität in **Freiburg** i. B., Starkenstrasse 17.

Kley, Herm., Apotheker in **Rahden**.

Kny, Dr. **L**, Professor der Botanik, Direktor des pflanzenphysiologischen Institutes der Universität und des botanischen Institutes der königl. landwirthschaftlichen Hochschule in **Berlin W.**, Keithstr. 8.

Koch, Dr. **H.**, Reichsadler-Apotheke in **Hamburg**, Steinstr. 61.

Koch, Dr. **L.**, Professor der Botanik in **Heidelberg**, Sophienstr. 9.

Koehne, Dr. **E.**, Oberlehrer, Redakteur des „Botanischen Jahresberichtes“ in **Friedenau-Berlin**.

***Koepert, O.**, stud rer. nat. in **Halle** a. S., Wallstr. 9.

Kohl, Dr. **F. G.**, Dozent der Botanik in **Marburg**, Ketzerbach.

Korschelt, Dr. **P.**, in **Leipzig**, Teichstr. 14 c, III.

Krätzschmar, Dr. in **Göttingen**.

Krabbe, Dr. **G.**, Dozent der Botanik an der Universität in **Berlin NW.**, Botan. Institut, Dorotheenstr. 5, I.

***Krah**, Dr. in **Berlin SW.**, Pionierstr. 4, II.

***Krašan**, Dr. **Franz**, Professor am II. k. k. Gymnasium in **Graz**.

Kraus, Dr. **C.** in **Triesdorf**, Mittelfranken.

Krause, Dr. **Ernst H. L.**, Marine-Assistenzarzt II. Cl. in **Kiel**, z. Z. auf dem westafrikanischen Geschwader.

Krumbholtz, F., Apotheker in **Potsdam.**

Kühn, Dr. **Jul.**, Professor und Direktor des landwirthschaftlichen Instituts in **Halle** a. S.

***Kugler**, Dr. med. **E.**, Gutsbesitzer auf Maxhof bei **Possenhofen**, Oberbayern.

***Kuhn**, Dr. **M.**, Oberlehrer in **Berlin NW.**, Louisenstr. 67.

Kuntze, Dr. **Otto** in Leipzig-Eutritzsch, z. Z. in **Berlin W.**, Bülowstr. 34.

***Kurth**, Dr. **H.**, Unterarzt im Oldenburg. Inf.-Reg. No. 91 in **Berlin N.**, Eichendorffstr. 19, III.

Kurtz, Dr. **F.**, Professor der Botanik an der Universität in **Córdoba** (Argentin. Republik).

Lakowitz, Dr. in **Breslau**, Botan. Garten.

***Laux**, **Walther**, Pharmaceut in **Berlin C.**, Prenzlauerstr. 45a.

Leimbach, Dr. **G.**, Professor am fürstlichen Gymnasium und Redakteur der „Irmischia“ u. der „Deutschen bot. Monatsschrift“ in **Sondershausen.**

Leitgeb, Dr. **H.**, Professor der Botanik und Direktor des botan. Gartens in **Graz**, Botan. Institut, Neuthorplatz 46.

Lengerken, **A. von**, Lehrer am Progymnasium in Hannov.-**Münden.**

Liebenberg, Dr. **Ad. von**, Professor an der Hochschule für Bodenkultur in **Wien** VIII., Reitergasse 17.

Lindemuth, **H.**, Königl. Universitätsgärtner und Dozent an der landwirthschaftlichen Hochschule in **Berlin NW.**, Universitätsgarten.

Linhart, Dr. **Georg**, Professor an der königl. ungarischen landwirthschaftlichen Akademie in **Ungar.-Altenburg.**

Loew, Dr. **E.**, Oberlehrer in **Berlin SW.**, Grossbeerenstr. 1.

Lojander, **Hugo**, Apotheker in **Tojwala** in Finland.

Luckenbach, Dr. **G. W.**, Apotheker in **Berlin SW.**, Wilhelmstr. 125.

Ludwig, Dr. **F.**, Gymnasial-Oberlehrer in **Greiz**, Leonhardsberg 138b.

Luerssen, Dr. **Chr.**, Professor der Botanik an der Forstakademie in **Eberswalde**, Alsenplatz 2.

Magnus, Dr. **P.**, Professor der Botanik in **Berlin W.**, Blumeshof 15.

***Marloth**, Dr. **Rud.**, Chemische Fabrik von Wentzel & Schleswig in **Capstadt** (Afrika).

Marsson, Dr. **Th.** in **Greifswald.**

Mattirolo, Dr. **O.**, Dozent der Botanik und erster Assistent an der Universität in **Turin.**

Matz, Dr., Assistenzarzt im Garde-Husaren-Regiment in **Potsdam**, Hohenwegstrasse 3.

Mayr, Dr. **Heinrich**, Assistent an der königl. forstlichen Versuchsanstalt in **München.**

Melsheimer, **Marcellus**, Oberförster in **Linz** a. Rhein.

Meyer, Dr. **Arthur**, Assistent am pharmaceutischen Institut der Universität in **Strassburg** i. Elsass.

***Meyn**, Lithograph in **Berlin S.**, Wasserthorstr. 46.
Mikosch, Dr. **C.**, Professor an der Staatsrealschule in **Währing** b. Wien.
***Milde**, **Paul**, Maler in **Wohlau** i. Schlesien.
Minks, Dr. **Arthur** in **Stettin**, Breitestr. 53/54.
Möbius, Dr. **M.** in **Heidelberg**, Ploeckstr. 89 pt.
Moeller, Dr. **Herm.**, Dozent der Botanik in **Greifswald.**
Moeller, Dr. **Josef**, Adjunct der k. k. forstl. Versuchsleitung und Dozent an der Universität zu Wien, in **Mariabrunn** bei Wien.
***Moeller**, **J. D.**, Präparator für Mikroskopie in **Wedel** i. **Holstein.**
***Möhring**, **W.**, Lehramtskandidat in **Berlin C.**, Alte Leipzigerstr. 10.
Molisch, Dr. **Hans**, Assistent am pflanzenphysiologischen Institut in **Wien** IX., Türkenstr. 3.
***Mülberger**, Dr. **Arthur**, prakt. Arzt und Kreisphysikus in **Krailsheim**, Württemberg.
Müllenhoff, Dr. **Karl**, Oberlehrer in **Berlin SO.**, Mariannenplatz 23.
Müller, Dr. **Carl** in **Berlin SW.**, Grossbeerenstr. 53.
Müller, Baron **Ferdinand von**, Gouvernementsbotaniker und Direktor des botan. Gartens in **Melbourne** (Australien).
Müller, Dr. **Fritz** in **Blumenau**, Prov. Sta. Catharina (Brasilien).
Müller, Dr. **J.**, Professor der Botanik und Direktor des botan. Gartens in **Genf**, Boulevard des Philosophes 8.
Müller, Dr. **N. J. C.**, Professor der Botanik an der Forstakademie und Direktor des botan. Gartens in Hannov. **Münden.**
Müller, **Otto**, Verlagsbuchhändler in **Berlin W.**, Matthäikirchstr. 23, I.
Muencke, Dr. **Rob.** in **Berlin NW.**, Luisenstr. 58.
Münter, Dr. **J.**, Professor der Botanik und Direktor des botan. Gartens in **Greifswald.**

Nägeli, Dr. **C. von**, Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens, Mitglied der Akademie der Wissenschaften in **München.**
***Neumann**, Dr. **Emil**, Gymnasiallehrer in **Neu-Ruppin.**
Nobbe, Dr. **F.**, Professor der Botanik und Direktor des forstakademischen Gartens in **Tharand.**
Noeldeke, **C.**, Ober-Appellationsgerichts-Rath in **Celle.**

***Oder**, Rentier in **Berlin SW.**, Schützenstr. 6 a, I.
Orth, Dr. **A.**, Professor an der landwirthschaftlichen Hochschule und Direktor des agronomisch-pedologischen Institutes in **Berlin W.**, Wilhelmstr. 43.
***Osterwald**, **Carl**, Gymnasiallehrer in **Berlin NW.**, Platz vor dem neuen Thore 5, III.

Paeske, **Fr.**, Referendar in **Berlin W.**, Lützowstr. 12, III.
Parreidt, **H.**, Apothekenbesitzer in **Berlin SW.**, Bernburgerstr. 3.

Pazschke, Dr. **O.** in **Reudnitz-Leipzig**, Heinrichstr. 20.
***Peck, F.**, Landgerichts-Präsident a. D. in **Görlitz**, Jochmannstr. 45.
***Peckolt, Gust.** in **Rio de Janeiro**.
Peckolt, Dr. **Theod.**, Kaiserl. Hofapotheker in **Rio de Janeiro.**
Pentz, C., Oberapotheker in **Hamburg**, Alsterstr. 39.
Penzig, Dr. **Otto**, Professor, Direktor der Agronomischen Station in **Modena.**
Perring, W., Inspektor des königl. botanischen Gartens in **Berlin W.**, Potsdamerstr. 75.
Peter, Dr. **A.**, Dozent der Botanik an der Universität u. Custos am botan. Garten in **München**, Türkenstr. 51, III.
Peyritsch, Dr. **Joh.**, Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens in **Innsbruck**.
Pfeffer, Dr. **W.**, Professor der Botanik und Direktor des botan. Institutes und botan. Gartens in **Tübingen**.
Pfeiffer, Dr. **Franz Xaver**, Königl. Gymnasial-Professor i. **Dillingen** (Bayern).
Pfitzer, Dr. **E.**, Professor der Botanik und Direktor des botan. Institutes und botan. Gartens in **Heidelberg.**
Pfuhl, Dr. **Fritz**, königl. Gymnasiallehrer in **Posen.**
***Polák, Karl** in **Prag**, Wladislawgasse 21.
***Potonié**, Dr. **H.** in **Berlin NW.**, Dorotheenstr. 42.
Prantl, Dr. **K.**, Professor der Botanik an der Forstakademie in **Aschaffenburg.**
Prescher, Dr. in **Zittau**, Johannisstr. 14.
Pringsheim, Dr. **N.**, Professor, Mitglied der Akademie der Wissenschaften, Redakteur der „Jahrbücher für wissenschaftl. Botanik“ in **Berlin W.**, Bendlerstr. 31.
Progel, Dr., Bezirksarzt in **Waldmünchen**, Oberpfalz.

Radlkofer, Dr. **L.**, Professor der Botanik, Mitglied der Akademie der Wissenschaften in **München**, Sonnenstr. 7, I.
Reess, Dr. **Max**, Professor der Botanik und Direktor des botan. Gartens in **Erlangen.**
Reichardt, Dr. **H. W.**, Professor der Botanik, Direktor des k. k. botan. Hofkabinets in **Wien III.**, Traungasse 4.
Reinhardt, Dr. **M. Otto**, in **Berlin NW.**, Karlstr. 45, II.
Reinke, Dr., Professor der Botanik und Direktor des pflanzenphysiologischen Institutes in **Göttingen.**
Reinsch, P. F., in **Erlangen**.
***Rettig**, Inspektor des botanischen Gartens in **Krakau.**
***Richter, Lajos** in **Budapest**, Maria-Valeria-Gasse 4.
***Richter, P.**, cand. phil. in **Lübben** i. Lausitz, am Hainthor.
Richter, Paul, Lehrer in **Leipzig**, Aeussere Hospitalstr. 6.
***Ritschl**, Rechtsanwalt in **Stettin**, Kohlmarkt 11.

Robel, Dr. **E.**, Realgymnasiallehrer in **Berlin W.**, Körnerstr. 10.
Ross, **H.**, Assistent am botan. Garten in **Palermo**, Via Lincoln 3.
Roth, Dr. **Ernst**, Hilfsarbeiter am königl. botan. Museum in **Berlin W.**, Potsdamerstr. 113, Villa II.
***Russow**, Dr. **E.**, Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens in **Dorpat.**
Ruthe, **R.**, Kreisthierarzt in **Swinemünde.**

Sadebeck, Dr. **R.**, Professor und Direktor des botanischen Museums und Laboratoriums in **Hamburg**, Wandsbecker Chaussee 71.
Salfeld, **E.**, Apotheker in **Hannover.**
***Savastano**, Dr. **L.**, Assistent der Botanik an der R^{a}. scuola super. d'agricoltura in **Portici** b. Neapel.
***Schaarschmidt**, Dr. **Jul.**, Assistent am botan. Institut der Universität in **Klausenburg** (Ungarn), botan. Garten.
Scharlok, Apotheker in **Graudenz.**
Schenck, Dr. **Heinrich**, botan. Institut in **Bonn** a. Rh.
Schenk, Dr., Geheimer Hofrath, Professor der Botanik, Direktor des botanischen Gartens und des botan. Institutes in **Leipzig.**
Schimper, Dr. **A. F. W.**, Dozent der Botanik in **Bonn**. Poppelsdorfer Allee 94.
Schinz, Dr. **Hans** in **Riesbach** b. Zürich (z. Z. in Angra-Pequena). Adresse: E. Schinz in **Seefeld**, Zürich.
Schmalhausen, Dr. **J.**, Professor der Botanik und Direktor des botan. Gartens in **Kiew** (Russland).
Schmidt, Dr. **Aug.**, Gymnasiallehrer in **Lauenburg** i. Pommern.
***Schmidt**, Dr. **J. A.**, emer. Professor der Botanik in **Ham** bei **Hamburg**, Mittelstrasse 37.
Schmidt, Dr. **Oscar** in **Berlin N.**, Schwedterstr. 35 a.
Schmitz, Dr. **Fr.**, Professor der Botanik in **Greifswald.**
***Schneider**, **Georg**, Pharmaceut in **Colbergermünde.**
Schnetzler, Dr. **J. B.**, Professor der Botanik in **Lausanne.**
Schnuse, **W.**, Lehrer am Gymnasium in **Dessau.**
***Scholz**, Lehrer an der Bürgerschule in **Jauer.**
Schrader, Dr. **Jul.**, in **Berlin W.**, Matthäikirchstr. 21.
Schrodt, **Jul.**, Gymnasiallehrer in **Berlin W.**, Potsdamerstr. 83.
Schröter, Dr. **C.**, Professor der Botanik am Polytechnikum in Zürich, **Fluntern** bei **Zürich**, Plattenstr. 30.
Schubert, **A.**, Lehrer an der Victoriaschule in **Berlin S.**, Prinzenstr. 71.
Schuchardt, Dr. **Theodor**, Besitzer der Chemischen Fabrik in **Görlitz.**
***Schütz**, **Herm.**, Lehrer in **Lenzen** a. d. Elbe.
***Schulz**, Dr. **Paul** in **Berlin SO.**, Wrangelstr. 46, II.
Schulze, **Max**, Apotheker in **Jena.**
Schumann, Dr. **Carl**, Zweiter Custos am königl. botan. Museum in Berlin, **Schöneberg**, Hauptstr. 8.

Schütt, Dr. **Franz**, Assistent am pflanzenphysiologischen Institut in **Göttingen**, Weender Chaussee 29 a.

Schwarz, Dr. **Frank**, Dozent der Botanik in **Breslau**, Uferstr. 4/5.

Schwendener, Dr. **S.**, Professor der Botanik und Direktor des botan. Institutes der Universität, Mitglied der Akademie der Wissenschaften in **Berlin W.**, Matthäikirchstr. 28.

Seehaus, **C. A.**, Conrektor a. D. in **Stettin**, **Grünhof**, Gartenstr. I a.

Seemen, **O. von**, Rittmeister a. D. in **Berlin SW.**, Halleschestr. 28.

Senft, Dr., Hofrath und Professor in **Eisenach**.

Sennholz, **G.**, Stadtgärtner in **Wien** III, Heumarkt 2.

Singer, Dr. **J.**, Professor und Direktor der königl. bayrischen botan. Gesellschaft, Redakteur der „Flora“ in **Regensburg**.

Sinogowitz, **E.**, Apotheker in **Charlottenburg**, Leibnitzstr. 73.

Solms-Laubach, Dr. **H. Graf zu**, Professor der Botanik und Direktor des botan. Gartens in **Göttingen**.

Spieker, Dr. **Th.**, Professor am Real-Gymnasium in **Potsdam**.

Spiessen, Freiherr **von**, Königl. Oberförster in **Winkel** im Rheingau.

Stahl, Dr. **Ernst**, Professor der Botanik, Direktor des botanischen Gartens in **Jena**.

***Staritz**, **R.**, Lehrer in **Pulsnitz**.

Staub, Dr. **Mor.**, Professor an der Uebungsschule des Seminars für Hochschulen in **Budapest** VII, Tabakgasse 60.

***Stein**, **B.**, Inspektor am botan. Garten, Redakteur der „Gartenflora“ in **Breslau**.

Steinbrinck, Dr., Oberlehrer am Realgymnasium in **Lippstadt**.

Steinvorth, **H.**, Oberlehrer am Realgymnasium in **Lüneburg**.

Sterzel, Dr. **J. T.** in **Chemnitz**, Waisenstr. 1 c.

Stitzenberger, Dr. **E.**, Arzt in **Konstanz**.

Stoll, **Eugen**, Apothekenbesitzer in **Herborn**, Reg.-Bez. Wiesbaden.

Straehler, **A.**, Fürstl. Pless'scher Oberförster in **Theerkeute** b. **Wronke**.

Strasburger, Dr. **Ed.**, Professor der Botanik und Direktor des botan. Gartens in **Bonn**.

***Strauss**, **H. C.**, Obergehülfe am königl. botan. Garten in **Berlin W.**, Grossgörschenstr. 21, II.

Sulzer, Dr. **L.**, Arzt in **Berlin W.**, Lützowstr. 88.

Tangl, Dr. **Ed.**, Professor der Botanik und Direktor des botan. Gartens in **Czernowitz** (Oesterreich).

Thomas, Dr. **Fr.**, Professor und Oberlehrer an der herzogl. Realschule in **Ohrdruf**.

Thüme, **Osmar**, Oberlehrer in **Dresden**, Pragerstr. 47, III.

Toepffer, **Ad.**, Fabrikbesitzer in **Brandenburg** a. Havel.

Treichel, **A.**, Rittergutsbesitzer in Hoch-Paleschken bei **Alt-Kischau** in Westpreussen.

***Troschel**, Dr. **Innocenz**, Gymnasiallehrer in **Berlin W.**, Derfflingerstr. 20a.
Tschirch, Dr. **Alexander**, Dozent der Botanik an der Universität und der königl. landwirthschaftlichen Hochschule und Assistent am pflanzenphysiologischen Institut in **Berlin NW.**, Birkenstr. 8. t.
***Turner**, **W.**, stud. rer. nat. in **Göttingen**, Geiststr. 3.

***Uechtritz**, **R. von** in **Breslau**, Klosterstr. 84.
Uhlworm, Dr., Bibliothekar, Redakteur des „Botanischen Centralblattes“ in **Cassel**.
Urban, Dr. **Ign.**, Custos des königl. botan. Gartens zu Berlin, in **Schöneberg** b. Berlin, Grunewaldstr. 19.

Vatke, **W.** in **Berlin W.**, Leipzigerstr. 2.
Vigener, **A.**, Hofapotheker in **Biebrich** a. Rhein.
Vöchting, Dr. **H.**, Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens in **Basel**.
***Vogel**, **Fr.**, stud. rer. nat. in **Göttingen**.
***Vogel**, **Heinr.**, Lehrer in **Markneukirchen** i. Sachsen.
Vogl, Dr. **August E.**, k. k. Obersanitätsrath und Professor der Pharmakologie in **Wien** IX., Petrarkagasse 1.
Volkens, Dr. **Georg** in **Berlin N.**, Friedrichstrasse 133 (z. Z. in Aegypten).
***Vonhöne**, Dr. **H.**, Gymnasiallehrer am Carolinum in **Osnabrück**, Grossestrasse 95, II.
***Voss**, Dr. **Wilhelm**, Professor an der Staats-Ober-Realschule in **Laibach** (Oesterreich).

Wagner, Dr. **W.**, dirigirender Arzt des Knappschafts-Lazarethes in Stadt-**Königshütte**, Schlesien.
Wahnschaff, Dr. **Th.**, in **Hamburg**, Rabenstr. 15.
Wahrlich, Cand. in Moskau, z. Z. in **Strassburg** i. Els., Heuplatz 4.
***Waldner**, **H.**, in **Wasselnheim**.
Warburg, Dr. **O.**, in **Tübingen**, Uhlandsplatz 16.
***Weber**, Dr. **Carl**, in **Hohenwestedt** (Holstein).
Weinzierl, Dr. **Th.**, Ritter **von** in **Wien**, Tiefer Graben 36.
Weiss, Dr. **Ad.**, Professor der Botanik und Direktor des pflanzenphysiologischen Laboratoriums in **Prag**.
Weiss, Dr. **J. E.**, Dozent der Botanik an der Universität in **München**, Gabelsbergerstr. 54, III.
Westermaier, Dr. **M.**, Dozent der Botanik und Assistent am botan. Institut der Universität in **Berlin NW.**, Botan. Institut, Dorotheenstrasse 5, I.
Wettstein, **Richard von**, Eleve des pflanzenphysiologischen Institutes der Universität in **Wien** I., Helferstorferstr. 13.
Wiesenthal, **Paul**, Fabrikant in **Mühlhausen** i. Thüringen.

Wiesner, Dr. **Jul.**, Professor der Botanik und Direktor des pflanzenphysiologischen Institutes der Universität, Mitglied der Akademie der Wissenschaften in **Wien** IX., Türkenstr. 3.

Wigand, Dr. **A.**, Professor der Botanik und Direktor des botan. Gartens in **Marburg**.

Wilhelm, Dr. **K.**, Dozent an der k. k. Hochschule für Bodenkultur in **Wien** VIII, Reitergasse 17.

Willkomm, Dr. **M.**, Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens in **Prag, Smichow**.

Winkler, Geheimer Kriegsrath a. D. in **Berlin W.**, Schillstr. 16.

Winter, F., Apothekenbesitzer in **Gerolstein** (Rheinpreussen).

Winter, Dr. **G.**, in **Leipzig**, Lessingstr. 18.

Winter, Dr. **H.**, Stabsarzt in **Soest**.

Wirtgen, Ferd., Apotheker in **St. Johann** a. d. Saar.

Wittmack, Dr. **L.**, Professor der Botanik und Custos des Museums der königl. landwirthschaftlichen Hochschule, Redakteur der „Gartenzeitung“ in **Berlin N.**, Invalidenstr. 42.

Wortmann, Dr. **J.**, Dozent der Botanik in **Strassburg** i. Elsass.

Wünsche, Dr. **Otto**, Oberlehrer am Gymnasium in **Zwickau** i. Sachsen.

Wunschmann, Dr. **E.**, Realgymnasiallehrer in **Berlin N.**, Templinerstr. 10.

Zabel, A., Gartenmeister in **Hann. Münden**.

Zacharias, Dr. **E.**, Professor der Botanik in **Strassburg** i. Els., Sturmechstaden 2.

Zeiss, Professor in **Landshut** i. Bayern.

Zimmermann, Dr. **Albr.**, Botan. Institut in **Leipzig**, Liebigstr. 38, III.

Zimmermann, Dr. **O. E. R.** Oberlehrer am Realgymnasium in **Chemnitz**, Beresbachstr. 15.

Zopf, Dr. **W.**, Dozent der Botanik in **Halle** a. S., Zinksgarten 2.

Verstorben.

Bentham, G., Mitglied der Royal Society in London, Ehrenmitglied der Gesellschaft, starb am 10. September 1884 in London.

de Bey, Dr. in Aachen, starb daselbst am 19. März 1884.

Effner, C. von, Königl. Hof-Gartendirektor in München, starb daselbst am 22. Dezember 1884.

Engelmann, Dr. **Georg**, prakt. Arzt in St. Louis, Missouri, Nordamerika, starb daselbst am 4. Februar 1884.

Goeppert, Dr. **H. R.**, Professor der Botanik und Geheimer Medizinalrath in Breslau, starb daselbst am 18. Mai 1884

Verzeichniss der Pflanzennamen.

Abies 377.
— *amabilis* 378.
— *bifolia* 378.
— *brachyphylla* 378.
— *cilicica* 378.
— *concolor* 378.
— *Douglasii* 378.
— *grandis* 378.
— *lasiocarpa* 378.
— *magnifica* 378.
— *nobilis* 378.
— *Nordmanniana* 378.
— *numidica* 378.
— *Pinsapo* 378.
Abietineen 377, 378.
Acacia Neck. 286.
— *albicans* Kunth 287, 289.
— *arabica* Willd. 287, 289.
— *binervata* D.C. 286, 290.
— *floribunda* 287, 290.
— *homalophylla* Cunn. 287, 290.
— *longifolia* Willd. 287, 289.
— *nilotica* Del. 363.
— *nudiflora* Willd. 287, 289.
— *procera* 3, 4.
— *Sophera* R. Br. 287, 290.
— *speciosa* Willd. 286, 290.
— *tetragona* Willd. 286, 289.
— *tortuosa* Willd. 287, 289.
— *umbrosa* Cunn. 286, 289.
— *vera* Willd. 287, 290.
— *verek* G.P.R. 286.
Acantholimon 335, 339.
— *bracteatum* Boiss. 335, 342.
— *cabulicum* Boiss. 335.
— *caryophyllaceum* Boiss. 335.
— *Hohenackeri* Boiss. 335.
— *Kotschyi* Boiss. 335.
— *lepturoides* Boiss. 335.
— *melananthum* Boiss. 335.
— *petraeum* Kotschy et Boiss. 335.
Acantholimon Phrygium Boiss. 335.
— *Pinardi* Boiss. 335.
— *puberulum* Boiss. et Balf. 335.
— *tomentellum* Boiss. 335.
— *Tournefortii* Boiss. 335.
Acer Pseudoplatanus Worléei LVII.
Aconitum napellus 375.
Adenoplea 255, 258, 260, 261.
— *baccata* 260, 261.
— *paniculata* Wall. 260.
— *sinuata* Radlk. 260, 261.
Adenoplusia 255, 257, 261.
— *axillaris* Radlk. 257, 259.
— *Willdenowii* Radlk. 258, 259.
Adonis microcarpus D.C. 345.
Adoxa 387, 389, 391, 392.
— *moschatellina* 384, 391.
Aedemone mirabilis 233.
Aegopodium Podagraria L. 26.
Aeluropus repens (Desf.) Parl. 348.
Aera Cupaniana Guss. 348.
Aërides 472.
— *odorata* 126, 127.
Aeschynomene 274–278, 280, 283, 284, 288, 290, 292.
— *americana* L. 276, 290.
— *aspera* Willd. 275, 276, 289.
— *hispidula* 486.
— *indica* L. 276, 289.
— *lagenaria* Lour. 275.
— *paludosa* Roxb. 275, 289.
— *Selowii* Vgl. 276, 289.
— *sensitiva* 276, 289.
— *Sesban* Roxb. 277.
— *sulcata* H B. 276, 290.
Aethalium 58.
Agati grandiflora 277.
Agave 118, XIV.
Agrostemma coronaria 24.
— *Githago* L. 27, 29.
Ajuga Iva (L.) Schreb. 293.

Albizzia elata Benth. 286, 290.
Alcea ficifolia L. 361.
Alectorolophus major Rchb. 26.
Alisma natans 458—460.
— *Plantago* L. 415, 458—460, 482.
Allium XLIV.
— *Cepa* XLIV.
— *fistulosum* 114.
— *Schoenoprasum* L. 26.
Aloë 45.
— *perfoliata* Thunbg. 42.
Alpinia 417, 418.
Alstroemeria 382.
Amberboa Lippii (L.) D.C. 347.
Amblyodon 18.
— *dealbatus* 18.
Amerimnum P. Browne 277, 289.
Amorpha fruticosa L. 281, 290.
Amphicarpaea monoica (L.) Nutt. 235.
Amygdalaceae 321, 322, 324.
Anabaena (Boy) Wittr. 304.
Anacalypta Röhl. 462.
Anacardiaceae XXVI.
Anagalloides procumbens Krock. 440.
Andira anthelminthica 4.
Andreaeaceae 13.
Andropogon laniger Dsf. 370.
Andryala sinuata L. 347.
Anemone 195.
Angelica silvestris 145.
Angiopteris XXVII.
Anguillula 145, 146, 151, 152, 157, 222, 223, 227—231.
— *Marioni* 146.
— *radicicola* Greef 146, 222, 225, 228, 229, 232.
— *tritici* 229.
Anthodiscus LVII.
Anthriscus silvestris Hoffm. 26
Aphanizomenon Morren 304.
Aphanocapsa Naeg. 304.
Aquilegia vulgaris L. 26.
Arachis 244.
— *hypogaea* L. 243.
Araco homojon Clus. 235.
Archangelica 145.
Archidium 14, 16, 17.
— *phascoides* 16, 19.
Arctostaphylos alpina Spreng. LXVII.
Argemone 466.
Arisarum vulgare Targ Tozz. 349.
Armeria 336, 341.
Armeria allioides Boiss. 336.
— *pinifolia* Roem. et Schultes 336.
— *splendens* Boiss. 336.
Arnica alpina Murr. LXVI, LXVII.
Asclepiadaceae 241.
Asclepias Cornuti 125.
Asperula odorata L. 26, 392.
Asparagus aphyllus L. 348.
Asphodelus tenuifolius Cav. 348.
Aspidium Filix mas 171.
— *Thelypteris* 171.
Asplenium Filix femina 171.
— *lanceolatum* Huds. var. *obovatum* Viv. 348.
Astomum 18.
Astragalus 272, 322.
Avena 399, 403.
— *sterilis* 128.

Babingtonia 263.
Bacillariaceae 487.
Bacillarieae 493.
Baeckea 263.
— *oligomera* Radlk. 264.
Baeomyces 451.
Bakterien 161, 162, 169.
Balanites aegyptiaca Del. 352, 362.
Balsamina hortensis 153.
Bangiaceae 302.
Bartramia 18.
— *Halleriana* 18.
— *pomiformis* 18.
Bauhinia Plum. 284, 291.
— *frutescens* Lam. 284, 289.
— *purpurea* L. 284, 289.
— *reticulata* D.C. 4, 284, 289.
— *retusa* Roxb. 284, 289.
Begonia 496.
Bellis 26.
— *perennis* L. 26, 174.
Berberis vulgaris 150. 153.
Beta vulgaris 153.
Betula XLIII.
— *alba* XLI.
Bignoniaceae 2.
Blechnum brasiliense 171.
Bocoa provacensis 2, 4.
Böhmeria tenacissima 45.
Bolbophyllum 472, 474, 478.
— *minutissimum* 473, 476, 478—480.
— *Odoardi* Rchb et Pfitz. 478, 479, 480.
Bombax 49.

Bonnaya Lk. et Otto 429, 433—435, 442.
— *alterniflora* Wright 432, 436.
— *brachiata* Lk et Otto 436.
— *clausa* F. v. Müll. 436.
— *grandiflora* Spreng. 436.
— *minima* Wight 435.
— *oppositifolia* Spreng. 435.
— *peduncularis* Benth. 436.
— *pusilla* Oliv. 433, 435.
— *reptans* Spreng. 436.
— *tenuifolia* Spreng. 435.
— *trichotoma* Oliv. 433, 435.
— *verbenaefolia* Spreng. 436.
— *veronicaefolia* Spreng. 436.
Brachypodium distachyum (L.) P. B. 348.
Brassica 205—207, 211-215, 219.
— *oleracea* 208.
— *rapa* L. 464.
— *Tournefortii* Gouan. 346.
Brassiceae 464, 466.
Bromeliaceae XXVI.
Bromus pyramidalis XXXI.
Brownea grandiceps Jacq. 284, 289.
Bryonia acuta Desf. 347.
Bryopogon arenarium Fr. 349.
Bucerosia Gussoneana (Jacq.) Benth. et Hook. 347.
Buddleia 257, 258.
— *axillaris* Willd. 255, 257, 259.
— *diversifolia* Vahl 256.
— *madagascariensis* Lam. 256, 261.
— *rondeletiaeflora* Benth. 257.
— *sinuata* Willd. 255, 256, 260, 261.
Buddleieae 255, 258.
Büttneriaceae 2.
Buxus 403.

Cacteae XIV.
Caesalpinia 2, 3, 4.
— *echinata* Lam. 2, 290.
— *Sappan* L. 289.
Caesalpiniaceae 282, 289, 290, 291.
Cajanus indicus L. 363.
Calamus Rotang 125.
Calendula arvensis L. 347.
— *micrantha* Tin. 347.
Callistachys ovata Sims 281, 289.
Callithamnion membranaceum 24.
Callitriche XIV.
Campanula rotundifolia L. 26.
Camellia 496, 497.
Cannabis sativa 46.
Cantharellus cibarius 307.
Capraria gratioloides L. 434.
Cardamine 484, 485.
— *pratensis* L. 26, 29, 195, 482, 485, 486.
Carex rigida Good. LXVII.
Carrichtera Vellae D.C. 346.
Carthamus 354.
— *tinctorius* L. 316, 318, 365.
— — var. *inermis* 365.
Carum carvi 150, 153.
Caryocar LVII, LVIII.
— *glabrum* LVIII, LIX.
— *nuciferum* LVII—LIX.
Caryophylleae 400.
Cassia L. 283, 284, 291.
— *fistula* L. 283, 289.
— *Roxburghii* D.C. 283, 289.
— *speciosa* H. B. 283, 290.
Cassiope hypnoides Don LXVII.
— *tetragona* Don LXVII.
Castellia tuberculata Tin. 348.
Caulerpa XXXVI.
Caulotretus Rich. 283.
— *heterophyllus* Rich. 283, 290.
— *scandens* L. 283, 290.
Cedrelaceae 2.
Centaurea 366.
— *depressa* M. B 354, 356, 366.
Cerastium alpinum var. *lanatum* Lindbl. LXVII.
— *arvense* L. 27, 29. 392
Ceratonia Siliqua L. 284, 289, XXXVII.
Cercis canadensis L. 280, 289.
— *siliquastrum* L. 280, 281, 290.
Ceruana 365.
— *pratensis* Fk. 364.
Chamaenerium latifolium (L.) LXVII.
Chamaerops humilis 125, 126.
Characeae 24.
Cheiranthus 206.
— *Cheiri* L. 27, 29.
Chelidonium 466.
— *majus* L. 26.
Chenopodium ambrosioides 126.
— *murale* L. 348.
Chilomonas curvata 69.
Chlamydomonas 51—72.
— *pulvisculus* 52, 63.
Chrysanthemum 26.
— *coronarium* L. 356, 365.
— *Leucanthemum* L. 26.
Cicendia LXII—LXIV.

Cicendia filiformis Delarbre LXII, LXIII.
— *pusilla* Gris. LXII.
Cichorium intybus 145, 150, 153.
Circaea 392.
— *lutetiana* 391.
Cissus aconitifolius 146.
Cistus 293.
— *complicatus* Lam. 346.
— *monspeliensis* L. 346.
— var. *affinis* Bertol. 346.
Citrullus 363.
— *vulgaris* Schrad. var. *colocynthoides* Schwf. 361.
Citrus aurantium XXVII.
— *medica* XXVII.
Cladanthus Arabicus Cass. 173, 174.
Cladonia fimbriata L. 448, 449.
Clarkia pulchella 22.
Clematis LVI.
— *vitalba* 125, 127, 146.
Coccochromaticae 303.
Cochlearia Armoracia L. 26.
Coelosphaerium Näg. 304.
Coleochaete scutata 93, 95.
— *soluta* 93.
Coleochaeteae 93.
Coleus 184.
— *Verschaffeltii* 149.
Collomia Cavanillesii Hook. et Arn. 244.
— *grandiflora* Dougl. 244.
— *linearis* (Pursh) Nutt. 244.
Comarum palustre L. 26.
Compositae XX.
Coniferae XIV.
Convolvulus 206.
— *lineatus* L. 348.
— *sepium* L. 26.
— *siculus* L. 348.
Copaifera bracteata Benth. 285. 289.
— *officinalis* L. 285, 290.
Corchorus olitorius 293, 363.
Coriandrum sativum L. 359.
Cornus mas 20.
Coronaria Flos Cuculi A. Br. 26, 27, 29.
Corynelia 120, 121.
— *poculiformis* Kunze 120.
— *tripos* Cooke 120, 122, 123.
— *uberata* Fries 120—123.
Crassulaceae 145.
Crepis radicata Boiss. 365.
Crucianella rupestris Guss. 347.
Cruciferae 463.
Cucumis Melo L. 363.
— *sativus* L. 26, 153.
Cucurbita 167, 213.
— *Pepo* 87, 125, 208, 317.
Cuscuta XIV.
Cyanophyceae 302, 475.
Cyathea medullaris 171.
Cycas revoluta 127.
Cynanchum Vincetoxicum R. Br. 26.
Cynoglossum officinale L. 27.
Cyperaceae LXV.
Cyperus esculentus L. 371.
— *Papyrus* L. 371.
Cytisus Laburnum 290.
— *odorus* 289.

Dahlia variabilis 115.
Dalbergia L. 278, 279, 283, 284.
— *latifolia* Roxb. 278, 289.
— *nigra* 4.
— *ouigeinensis* Roxb. 278, 289.
— *sissoo* Roxb. 278, 289.
Dalbergieae 277, 279, 291.
Daphne 112, 219, 220.
— *Blagayana* 112, 114, 220, 221.
— *Laureola* 113, 114, 221.
Daucus carota 145, 153.
— *rupestris* Guss. 347.
Delphinium 354, 402, 404.
— *Consolida* L. 27, 29.
— *orientale* Gay 356, 358, 361, 363.
Dendrobium minutissimum 472.
Depazea Alismatis West. 460.
Desmanthus natans 486.
Desmatodon Laureri 17.
— *obliquus* 17.
Dialium indicum 4.
Dianthus Carthusianorum L. 26, 29.
Diapensia lapponica L. LXVII.
Diatomaceae 303.
Diatomeae 493.
Dicentra spectabilis 26.
Dicorynia paraënsis Benth. 283, 284, 289.
Dicranum Scoparium 470.
Dilleniaceae 262.
Diospyros virginiana 2.
Diplotaxis 465, 466.
— *scaposa* D.C. 346.
— *tenuifolia* D.C. 464, 465, 466.
Dipsacus fullonum 150, 153.
Disa grandiflora 231.
Distichium inclinatum 17.

Doassansia Cornu 406, 407, 409—411, 415, 458—460.
— *Alismatis* Fries 406—409, 415, 458, 460.
— *Epilobii* Farlow 407, 416.
— *Farlowii* Cornu 406.
— *Sagittariae* Fuckel 405, 407, 408, 415, 458.
Dodartia orientalis 145.
Dolichos Lubia Del. 363.
Dothidea Alismatis Lasch 406, 459, 460.
Draba hirta L. LXVII.
Dracaena 149, 156.
— *reflexa* 126, 127.
— *rosea* 154.
Drosera 201.
— *intermedia* LXIV.
Dryas integrifolia Vahl LXVII.

Ebenaceae 2.
Echinodorus ranunculoides Engelm. LXIV.
Echinops viscosus D.C. 347.
Echium arenarium Guss. 348.
— *calycinum* Viv. 348.
— *maritimum* Willd. 348.
— *vulgare* L. 26.
Elaeagnus pungens 126, 127.
Elatine campylosperma Seubert 346.
Elodea 40.
Elymus arenarius L. 145, 227.
Empetrum nigrum L. LXVII.
Endocarpon pusillum 448.
Entyloma 415.
Eperua falcata Aubl. 284, 289.
Epilobium 359, LI.
— *alpinum* 407, 416.
— *hirsutum* L. 356, 359, 392, 486.
Epimedium alpinum 20.
Equisetum 127.
— *arvense* L. LXVII.
— *palustre* 127.
Eragrostis cynosuroides Del. 371.
Eriophorum angustifolium Roth LXVII.
— *Scirpus* XXVIII.
Erodium 399, 403.
— *cicutarium* L'Herit 27, 29.
— *gruinum* LI.
— *malacoides* (L.) Willd. 346.
Eruca sativa 24.
Eryngium 100—106.
— *eriophorum* Cham. 100, 101, 104, 106, 107.
Eryngium eriophorum Cham. *forma vegetius* 100.
Erythrina 274, 284.
— *crista galli* L. 22, 23, 145, 268, 270, 278, 289, 292.
Erythronium dens canis 21.
Euglena 51—72.
— *viridis* 52, 53, 62, 63.
Euilysanthes Urb. 434.
Euphorbia 34, 129, 400, XIV.
— *cyparissias* 145.
— *dendroides* L. 345.
— *Paralias* 125.
Euphorbiaceae XX.
Eupottia 462.
Euryomyrtus 263, 264.
Evonymus europaeus 453.

Faba 83, 84, 87, 89, 92, 206, 208—211, 213—215, 218.
— *vulgaris* Mch. 362.
Fabricia laevigata Sm. 286, 289.
Fagus XXV.
Ficus carica L. 368.
— *elastica* 265, 266.
— *Sycomorus* L. 363, 368.
Filago gallica var. *tenuifolia* Presl. 347.
— *spathulata* Presl. var. *prostrata* Parl. 347.
Flaveria repanda Lag. 173.
Foeniculum officinale XLV.
Fontinalis 14.
— *antipyretica* 13.
Franciscea macrantha Pohl 21.
Fraxinus 20, 171.
Fritillaria imperialis L. 26.
Fuchsia 497, LVI.
Fumana glutinosa (L.) Boiss. var. *viridis* Ten. 346.
Fumaria capreolata L. 346.
— *densiflora* D.C. 346.
— *flabellata* Gasp. 346.
— *Gussonei* Boiss. 346.
— *major* Bad. 346.
— *parviflora* Lmk. 345.
Funkia 402.

Galinsoga 173.
Galium Mollugo L. 26.
Geaster 35.
Genista tinctoria 290.
Gentiana XIV.

Gentiana asclepiadea L. 27.
Gentianaceae LXII.
Geranium 402.
— *molle* L. 27, 346.
— *sanguineum* 128.
— *striatum* 402.
Gladiolus 402.
Glaucium 466.
— *corniculatum* (L.) Curt. 345.
Glancocystis Itzigs. 303.
— *Nostochinearum* Itzigs. 302—304.
Gleditschia L. 282.
— *horrida* Willd. 282, 289.
— *triacanthos* L. 282, 289, 323.
Goniolimon 339.
— *speciosum* (L.) Boiss. 335, 336, 338.
Gramineae XX, LXV.
Graphiola 406.
Gratiola Domingensis Gärtn. fil. 429.
— *grandiflora* Roxb. 436.
— *hyssopioides* L. 435.
— *oppositifolia* Roxb. 435.
— *parviflora* Roxb. 435.
— *reptans* Roxb. 436.
— *rotundifolia* L. 435.
— *serrata* Roxb. 436.
— *tenuifolia* Colsm. 435.
— *verbenaefolia* Colsm. 436.
— *veronicaefolia* Retz. 436.
Grimmia 18.
Guajacum 4.
— *officinale* 2.
Gunnera scabra 126.
Gymnanthelia lanigera Anders. 370.
Gymnocladus canadensis L. 282, 289.
Gyrophora vellea L. 451.

Haematococcus lacustris 52.
Haematoxylon L. 282.
— *brasiletto* Krst. 282, 289.
— *campechianum* L. 282, 289.
Hamiltonia spectabilis 146.
Harmogia 263.
Hedera Helix XXVI.
Hedysarum lagenarium Roxb. 275.
Heleocharis multicaulis Sm. LXIV.
— *palustris* 384.
Helianthemum 402.
— *guttatum* Mill. LXIV.
Helianthus 187, 212, 213, 215, 318, 319.
— *annuus* 186, 251, 253, 313, 318.
— *giganteus* 208.
Helleborus 404.
Herminiera 268, 270—279, 284, 287, 288.
— *Elaphroxylon* G. P. R. 233, 268, 275, 289, 291, 292.
Heterodera 148, 151, 152, 154—156, 225, 226, 228—231.
— *radicicola* Greef 145, 153, 224, 225, 228, 230.
— *Schachtii* A. Schmidt 145, 228.
Hibbertia dentata R. Br. 262, 263, 265.
Hibiscus esculentus Mah. 363.
Hierochloa alpina R. et Sch. LXVII.
Hippocrepis ciliata Willd. 347.
— *multisiliquosa* L. 347.
Hordeum Aegiceras E. Meyer LXI.
— *vulgare* L. 370.
— — var. *Horsfordianum* LXI.
— — *tortile* Robert LXI.
— — *trifurcatum* Ser. LXI.
Hormospora ramosa Thwait. 303.
Hornemannia 434.
Hydrocotyle 174, 175.
— *batrachioides* D.C. 176.
— *bonariensis* 395.
— *cymbalarifolia* Mühlenbg. 176.
— *natans* Cham. 176.
— *natans* Cirillo 176.
— *ranunculoides* L. fil. 175, 176.
— — var. *α* Spreng. 176.
— — *α genuina* Urb. 176.
— — var. *inciso-crenata* 175.
— — — form. *γ Brasiliensis* Urb. 176.
— — — form. *δ natans* Urb. 176.
— — var. *lobata* 175.
— — — form. *β Adoënsis* Urb. 176.
— — — form. *genuina* Urb. 176.
— — *β natans* Urb. 176.
Hydrodictyon 130.
Hylocomium triquetrum 470.
Hymenaea Courbaril L. 285, 289.
Hymenostomum 18.
Hypecoum procumbens L. 345.
Hypericum aegyptiacum L. 346.
— *perforatum* L. 27, 29.
Hyphaene Argun Mart. 369.
— *Thebaica* Mart. 369.
Hypnum splendens 470.
Hypoxylon poculiforme Montagne 120.

Jacksonia scoparia R. Br. 281, 290.
Jasminum 368.
— *Sambac* L. 368.

Ilyogeton 434.
Ilysanthes Raf. 429, 431, 433, 434, 438, 440—442.
— *alterniflora* Urb. 436.
— *Capensis* Benth. 431, 434.
— *clausa* Urb. 436.
— *Cubensis hort. Petrop* 432.
— *grandiflora* Benth. 434, 441.
— *gratioloides* Benth. 429, 431, 433, 434, 437, 439, 440—442.
— *hyssopioides* Benth. 431, 435.
— *minima* Benth. 435.
— *oppositifolia* Urb. 435.
— *parviflora* Benth. 431, 435.
— *pusilla* Urb. 435.
— *refiacta* Benth. 435.
— *reptans* Urb. 436.
— *rotundifolia* Benth. 432, 433, 435.
— *serrata* Urb. 436.
— *tenuifolia* Urb. 435.
— *trichotoma* Urb. 435.
— *verbenaefolia* 441.
— *veronicifolia* Urb. 436.
Inga Plum. 287.
— *saman* Willd. 287, 290.
— *vera* 4.
— *xylocarpa* L. 287, 290.
Iris 171.
— *Pseudacorus* L. 20, 26.
— *sibirica* 477.
Isnardia palustris L. LXIV.
Isoëtes XIV.
— *lacustris* 21, 23.
Juglans XXIII.
— *regia* 323.
Juncaceae LXV.
Juncus XIV.
— *capitatus* LXIV.
— *flavus* 402.
— *glaucus* 402.
Juniperus phoenicea L. 348, 369.
Ixora 146.

Kingia XXVIII.
Koeleria phleoides Pers. 348.

Labiatae 367, XVIII, XIX.
Lactuca 206.
— *sativa* L. 146, 150, 153, 154, 222, 224, 229.
Lagenaria vulgaris Ser. 361.
Lamium album L. 26.
Lastrea fragrans Presl LXVII.
Lathyrus amphicarpos L. 235, 236.
— *amphicarpus* Gouan. 236.
— *odoratus* 402.
— *sativus* L. 236.
Lawsonia inermis Lam. 360.
Ledum palustre L. LXVII.
Leguminosae 237, 288, 291, XIX.
Lens esculenta Mch. 362.
Leontodon coronopifolium Desf. 365.
— *Taraxacum* 145.
Lepidium 205, 208, 212, 213.
— *sativum* L. 26, 29, 316, 318.
Leptochloa bipinnata Retz. 371.
Leptospermeae 262, 263.
Lepturus incurvatus (L.) Trin. 348.
— — var. *filiformis* (Roth) Trin. 348.
Leveillea poculiformis Fries 120.
Ligustrum vulgare 20.
Liliaceae 404.
Limoniastrum 339, 340.
— *Guyonianum* Dur. 335.
— *monopetalum* Boiss. 335, 336, 338, 340, 342.
Linaria 400, 402.
— *reflexa* Desf. 348.
— *spuria* (L.) Mill. 243.
— *virgata* (Poir.) Desf. form. *albiflora* Aschs. 348.
Lindernia 429, 436, 437, 441, 442.
— *Capensis* Thnbg. 434.
— *clausa* F. v. Müll. 436.
— *grandiflora* Nutt. 434.
— *gratioloides* Lloyd 434.
— *Pyxidaria* All. 431, 436—439.
— *pyxidarioides* Simk. 434.
— *refracta* Ell. 435.
— *serrata* F. v. Müll. 436.
— *veronicifolia* F. v. Müll. 436.
Linum 22.
— *humile* Mill. 360.
— *usitatissimum* 21, 45.
Loganiaceae 255.
Loiseleuria procumbens Desv. LXVII.
Lonicera Caprifolium L. 26.
Loranthaceae XIV.
Loranthus 343, 344.
— *europaeus* Jacq. 342.
Lotos 357.
Lupinus 210, 211, 215, 318.
— *angustifolius* 248, 249.
— *luteus* 208, 307, 315.

Luzula arctica Blytt LXVII.
— *arcuata* var. *confusa* Lindeb. LXVII.
— *campestris* 402.
Lycopodium 55, 56, 58, 60, 65, 71, 127, 477.
— *annotinum* L. LXVII.
— *clavatum* 125, 127.
— *inundatum* LXIV.
— *Selago* L. LXVII.
Lycopus europaeus 486.
Lysimachia nummularia 485.
Lythrum 22, 486.
— *Hyssopifolia* L. 347.
— *Salicaria* L. 22, 25, 27, 29.
— *thesioides* M. B. 24.

Macleya 466.
Macrostigma lupistroides 125, 126.
Magydaris tomentosa Koch 347.
Mais 315.
Malva parviflora L. 346.
Malvaceae 2.
Maranta Ruiziana 381.
Marantaceae 379.
Marattiaceae XXVII.
Marchantia polymorpha 24.
Marrubium 349.
— *Alysson* L. 349, 350.
— *Aschersonii* 349.
— *candidissimum* 350.
— *creticum* Mill. 350.
— *peregrinum* L. 350.
— *remotum* Kit. 350.
— *virescens* 350.
— *vulgare* L. 349, 350.
— *vulgare* × *Alysson* 349.
— *vulgare* L. var. *apulum* Ten. 348.
Matricaria aurea (L.) Coss. 347.
— *Chamomilla* L. 26.
Matthiola annua 318.
Medemia Argun P. W. v. Würt. 369.
Medicago 206, 237, 344, 364.
— *hispida* Gärtn. 347.
— — var. *denticulata* W. 364.
— *litoralis* Rohde 347.
— — var. *breviseta* D.C. 347.
— *sativa* L. 146, 150, 153, 222, 224.
Melampodium paludosum 173.
Melochia 293, 296.
Mentha 359.
— *aquatica* 482, 485, 486.
— *piperita* L. 366, 367.
Mentha pulegium L. 367.
Mercurialis 400.
Mesembrianthemum 400.
Mimosa elata Roxb. 286.
— *pudica* 171.
Mimosaceae 286, 289, 290, 321, 325.
Mimoseae 2, XXI.
Mimusops 353, 368.
— *Kummel* Bruce 364.
— *Schimperi* H. 364.
Mnium 468, 470, 471.
— *undulatum* 467, 469.
Monilia XXXII—XXXIV.
— *candida* XXXII.
Monstera pertusa 125—127.
Moricandia 463, 464, 466.
— *arvensis* D.C. 463, 464, 465, 466.
Moringa pterygosperma 4.
Morisia hypogaea Gay 243.
— *monantha* (Viv.) Aschs. 243.
Morus alba L. 352.
Moscharia pinnatifida Forsk. 293.
Mucor XXXIII.
— *clavatus* L. 122.
— *Phycomyces* 130.
— *spinosus* v. Tiegh. XXXIII.
Mucorineae 169.
Mühlenbeckia platyclados XXVIII, XXXI.
Mulgedium macrophyllum 147.
Musa 149.
— *Dacca* 147.
— *rosacea* 22, 23, 147.
— *textilis* 44.
Myosotis hispida Schl. 26.
— *palustris* L. 26, 29.
— *silvatica* Hoffm. 26, 29.
Myrica Gale L. LXIV.
Myrocarpus 4.
Myrtaceae 262.

Navicula Scalprum Gaill. et Turp. 493.
Nelumbium 357.
Nemophila insignis 22.
Nepeta Glechoma Benth. 26.
Nerium Oleander 125, 127.
Nicodemia Ten. 256, 257.
— *diversifolia* Ten. 256.
— *rondeletiaeflora* Benth. 257.
Nitella XXXVIII—XLII.
— *flexilis* XXXVIII.
Nostoc Vauch. 304, XXXVII.
Nymphaea 353, 357.

Nymphaea caerulea Savigny 357.
— *Lotus* Hook. 357.

Oedogonium 24.
Olea 353, 368.
— *europaea* L. 367.
Oncidium sphacellatum 126.
Onobrychis sativa 145, 153.
Ononis ornithopodioides L. 346.
— *serrata* Forsk. *β. major* Lange 347.
— *Sieberi* Bess. 346.
Oocystis Näg. 303.
Orchidaceae 241.
Orchideae 400, 472, XX.
Oreas Martiana 17.
Origanum 367.
— *Majorana* L. 367.
Orlaya platycarpa XXVI.
Ornithopus sativus 153.
Orobus saxatilis Vent. 236, 245.
— *setifolius* (L.) A. Br. 236.
Orthotrichum 18.
— *crispulum* 18.
— *Hutchinsiae* 18.
Oscillariaceae 302.
Osmunda cinnamomea 21.
— *Claytoniana* 21.
— *regalis* 21, 171.
Oxalis 108, 111.
— *Acetosella* L. 243, 244.
— *Bowiei* 109.
— *cernua* Thunbg. 110, 111, 346.
— *fabifolia* 110, 111.
— *flava* 110.
— *lancifolia* 110.
— *Lasiandra* 109.
— *lineata* Gillies 459.
— *Piottae* 110.
— *rubella* 110, 111.
— *variabilis* 108, 110, 111.
Oxylobium callistachgs Benth. 282, 289.
Oxymyrrhine 263.
Oxyria digyna Campd. LXVII.

Paeonia officinalis L. 26, 29.
Palmellaceae 303.
Palmae 118.
Panicum crus galli XXX.
Papaver 400, 402, 403, 466.
— *Argemone* L. 26.
— *nudicaule* L. LXVII.
— *Rhoeas* L. 356, 358.
Papaver Rhoeas L. *α genuinum* 358.
Papilionaceae 2, 233, 236, 243, 279, 289, 290, 400.
Parietaria cretica L. 348.
— *officinalis* L. var. *ramiflora* Mnch. 348.
Parkia biglandulosa 4.
Parkinsonia aculeata L. 285, 290.
Parmelia furfuracea Ach. 371.
Pausomyrtus 264.
Pedicularis hirsuta L. LXVII.
— *lapponica* L. LXVII.
Pekea LVII.
— *tuberculata* Aubl. LVII.
Pelargonium spectabile 24.
Peltidea 449, 451.
— *aphthosa* (L.) Ach. 447, 449.
— *venosa* 451, 452.
Peltigera 449.
Pentacme Urb. 435.
Pentstemon pubescens 27.
Peperomia incana 127.
Periploca angustifolia Labill. 347.
Perisporum alienum 459.
— *Alismatis* Fr. 406, 458, 460.
Persea 353, 364.
Pharus brasiliensis 382.
Phascaceae 17.
Phascum 14, 16.
— *bryoides* 14.
— *carniolicum* 14.
— *curvicollum* 14.
— *cuspidatum* 14—17, 19.
— *rectum* 14.
Phaseolus 87, 89, 91, 165, 208—211, 213—216, 218.
— *multiflorus* 208, 306, 313, 393, 396.
Philadelphus coronarius L. 26.
Philodendron XXV, XXVI.
— *cannaefolium* XXVI.
— *pinnatifidum* XXVI.
— *sanguineum* XXVI.
Phlox panniculata 27, 29.
Phoenix dactylifera L. 369.
Phormium 43, 45.
— *tenax* 43, 49, 125, 126, 128.
Phragmonema Zopf 302, 303.
— *sordidum* Zopf 302.
Phycochromaceae 302, 304.
Phycomyces nitens 40.
Phycomycetes 129.
Phylacea poculiformis Montagne 120.
Phyllanthus 443, 444, 445, 446.

Phyllodoce coerulea Gren. et Godr. LXVII.
Phyllosiphon Arisari Kühn 349.
Physcomitrium 18.
Physoderma Sagittariae 406.
Picrasma excelsa 2.
Picridium tingitanum (L.) Desf. 347.
Picris coronopifolia Aschs. 365.
— *lyrata* 365.
— *pilosa* Del. 365.
Philobolus microsporus 130.
Pinus 377, XXV.
— *Benthamiana* 378, XXV.
— *Cembra* 378.
— *Coulteri* XXV.
— *densiflora* XXV.
— *excelsa* XXVI.
— *Hudsonica* XXVI.
— *Jeffreyi* 378, XXVI.
— *inops* 378.
— *Laricio* XXV.
— *longifolia* XXVI.
— *maritima* XXVI.
— *Pinea* L. 369.
— *Pumilio* 378, XXV.
— *silvestris* 127, XXV.
— *Strobus* XXVI.
— *Torreyana* XXV.
Pipturus argenteus XXXVI.
Pirola grandiflora Rad. LXVII.
Pirus XXIII.
— *communis* L. 153, 224, 229.
— *malus* 323.
Pistacia Lentiscus L. 345, XXVI.
Pisum 163, 166—168, 254, 318.
— *sativum* L. 27, 29, 35, 86, 248, 250—252, 254, 315.
Pitcairnia racemosa XXVI.
Pittosporum Tobira 20.
Plantago lanceolata 145.
— *media* L. 26, 29.
Platanus 125.
— *orientalis* 127.
Plaxonema Tangl 302, 303.
— *oscillans* Tangl 302.
Plectranthus 156.
Pleuridium alternifolium 14.
— *palustre* 14.
— *subulatum* 14.
Pleurosigma 487, 488, 492.
— *acuminatum* W. Sm. 493.
— *angulatum* 488, 491.
— *balticum* W. Sm. 488, 492, 493.
Pleurosigma Brébissonii 493.
— *Hippocampus* 493.
— *Scalprum* Grun. 492, 493.
Plumbago 336, 341.
— *capensis* Thunbg. 336, 339.
— *europaea* L. 336.
— *Larpentae* Lindl. 336, 337, 342.
— *zeylanica* L. 335, 339.
Plumbagineae 334, 335, 338—341.
Poa annua 145.
Podocarpus elongatus L'Hérit 123.
— *salicifolius* 126.
— *Thunbergii* Hook. 122.
Poinciana Gillesii Hk. 285, 290.
Polemoniaceae XIX.
Polemonium 24.
Polyblastia catalepta Ach. 448.
Polycytis Kütz. 304.
Polygonum Fagopyrum 251, 252, 314, 318.
— *viviparum* L. LXVII.
Polytrichum 13, 467, 470, 471.
— *commune* 467.
Pongamia glabra Vent. 279, 289.
Populus tremula 423.
Porliera 4.
— *hygrometrica* 2, 3.
Potamogeton 334, 406, 415.
Potentilla anserina L. 26, 27, 29.
— *Vahliana* Lehm. LXVII.
Pottia 462.
— *cavifolia* 17.
— *Güssfeldti* 461, 462.
— *Heimii* 17.
— *latifolia* 461, 462.
— *minutula* 17.
— *subsessilis* 17.
— *truncata* 17.
Primula 171, 172, 400, 403.
— *acaulis* Jacq. 171, 172.
— *chinensis* L. 27.
— *elatior* Jacq. 171.
— — f. *fragrans* 171.
— *fragrans* KEHK. 171, 172.
— *fragrans* × *acaulis* 171.
— *officinalis* Jacq. 171.
— *sinensis* 24, 125.
Prosopis spicigera L. 287, 289.
Protomyces 410, 411.
— *Sagittariae* 406.
Prunus XLIII.
— *avium* 323, XLIII.
Ptelea trifoliata XXVII.

Pteris aquilina 170, 171.
— *cretica* 125.
Pterocarpus L. 4, 279.
— *Draco* L. 279, 289.
— *erinaceus* 2.
— *Marsupium* Roxb. 2, 279.
— *Santalinus* L. fil. 2, 279, 289.
— *suberosus* Pers. 279, 289.
Punica 360.
— *granatum* L. 359.
Pyxidaria Lindern. 440.
— *procumbens* Aschs. et Kan. 440.

Quassia amara 127.
Quercus 49, 125, 126.
— *Ballota* Desf. LX.
— *Ilex* LX.
— — var. *Ballota* LX.
— *pedunculata* 323.

Radiola LXIV.
Ranunculus acer L. 26.
— *repens* 486.
Raphanistrum Lampsana Gaertn. 26, 27, 29.
Raphanus 205, 213.
Raphanus sativus L. 24, 26, 29.
Reseda lutea L. 346.
— *luteola* L. 346.
Rhipsalis rhombea 125, 126.
Rhizoboleae LVII.
Rhizobolus LVIII.
Rhus cotinus XXVI.
— *glabra* 20.
— *typhina* XXVI.
Rhynchostegeum murale 470.
Ricinus 87.
— *communis* 87. 317.
Rinzia 263.
Rivularia Roth 304.
Robinia caragana L. 281, 290.
— *hispida* 26.
— *Pseudacacia* L. 281, 289.
— *rosea* 281, 289.
— *viscosa* Vent. 281, 289.
Roccella phycopsis Ach. 348.
Roemeria 466.
Rosa centifolia L. 26, 29.
Rosaceae 2.
Rubiaceae 146.
Rubus caesius L. 26.
— *fruticosus* 486.
Saccharomyces XXXIII, XXXIV.
— *cerevisiae* 129, 132, 133, 144, XXXII, XXXIV.
— *ellipsoideus* XXXII, XXXIV.
Saccharum officinarum 125, 126, 127.
— *strictum* XXX
Sagittaria 407, 408, 411, 416, XIV.
— *heterophylla* 407, 415.
— *sagittifolia* 407, 415.
Salix alba 395.
— *glauca* L. LXVII.
— *groenlandica* Lundström LXVII.
— *herbacea* L. LXVII.
— *Safsaf* Forsk. 369.
Salvia splendens 127.
Sambucus 455.
— *australis* Cham. et Schldl. 452, 453, 455, 457.
— *chinensis* Lindl. 457.
— *nigra* L. 26, 27, 29, 455.
Sanguinaria 466.
Saouari LVII.
Sapindaceae 2.
Sapindus senegalensis 3, 4.
Saponaria officinalis 402.
Saprolegniaceae 157.
Sarothamnus scoparius 290.
Saxifraga 334, 335, 338.
— *rivularis* L. LXVII.
— *tricuspidata* Rottb. LXVII.
Scabiosa Columbaria L. 27.
Schidiomyrtus 263, 264.
Schistidium 18.
Schlechtendalia 100, 101, 103—106.
— *luzulifolia* Less. 100, 107.
Schotia latifolia Jacq. 285, 290.
Scirpus maritimus 384.
Scleropoa maritima (L.) Parl. 348.
Sclerotium 458.
— *Alismatis* Nees 458.
— *occultum* 406.
Scrophularia 400.
Scrophulariaceae XIX.
Secale cereale XXX, XXXI.
Sedum 145.
— *litoreum* Guss. 347.
Selaginella 477.
— *laevigata* 125.
Senecio bicolor (Willd.) Caruel 347.
— *vulgaris* L. 26, 347.
Sesbania L. 277, 287, 354.
— *aegyptiaca* Pers. 277, 363.

Sesbania grandiflora D.C. 277, 280, 281, 286, 287, 290.
Silene 346.
— *acaulis* L. LXVII.
— *sedoides* Jacq. 346.
— *muscipula* L. 346.
— *nocturna* L. var. *permixta* (Sord.) Rohrb. 346.
Silphium perfoliatum 173.
Simarubaceae 2.
Sinapis 205, 212—215, 219.
— *alba* 208, 464, 466.
— *arvensis* L. var. *Allionii* Jacq. 359, 364.
— *nigra* L. 464.
Siphoneae 129.
Sirosiphonaceae 302.
Sisyrinchium anceps 21.
Soja 222.
— *hispida* 146, 224, 229.
Solanum Dulcamara L. 27.
Sophera 279.
— *japonica* L. 279, 280, 289.
— *microphylla* L. 279, 280, 289.
Sophora 279.
Sorosporium 415.
Sparganium XIV.
— *ramosum* 384
Spartium junceum 401.
— *scoparium* 290.
Sphacelariaceae 129.
Sphacelotheca 406.
Sphaeria poculiformis Lév. 120.
— *turbinata* Pers. 122.
Sphagnum 13.
Sphyridium 451.
Spiraea opulifolia XXIII.
Spirogyra 24, 96, 130—132.
— *Weberi* 24.
Stachys arvensis L. 348
— *palustris* L. 27, 29.
Stanhopea oculata 472.
Stapelia europaea Guss. 347.
Staphylea pinnata 20.
Statice 336, 341.
— *articulata* Lois. 340.
— *axillaris* Forsk. 339.
— *cabulica* Boiss. 335.
— *caspia* var. *patens* Willd. 335.
— *cylindrifolia* Forsk. 339.
— *globulariaefolia* Desf. 335, 336, 338, 339.
— *graeca* Boiss. 340.
— *latifolia* Sm. 336, 342.
— *Limonium* L. 339, 342.
— *mucronata* L. 336.
— *occidentalis* Loyd 336, 337, 342.
— *papillata* Web. 335.
— *pectinata* Ait. 335, 339.
— *pruinosa* L. 335, 340—342.
— *rhodia* Aschs. 340, 342.
— *scabra* Thunbg. 340.
— *sinuata* 339.
— *spathulata* Desf. 339.
— *Stocksii* Boiss. 335.
— *Thouini* Viv. 336.
— *tomentella* Boiss. 336.
— *tuberculata* Boiss. 340.
Stegonia 462.
Stellaria glauca With. 26.
— *longipes* Goldie LXVII.
Stephanotis 231.
Stigmatea 459.
Stigmea 459.
Stromanthe 380.
— *lutea* 381.
— *Tonckat* (Aubl.) Eichl. 379—382.
Strutiopteris germanica 171.
Succowia balearica D.C. 346.
Swartzia pinnata Willd. 285, 289.
Swartziaceae 285, 289.
Swietenia Mahagoni 2, 4.
— *Senegalensis* 3.
Symphoricarpus racemosus Michx. 26.
Symphytum officinale 375.
Synchytrium 407, 408.
Syringa 400, XXIII.

Tamarindus indica L. 3, 4, 289.
Taraxacum officinale 192, 195.
Taxus baccata 126.
Tecoma speciosa 4.
Ternstroemiaceae LVII.
Tetraspora lubrica 52.
Thapsia garganica XXVI.
Thesium humile Vahl 348.
Tillaea muscosa L. LXIV.
Tilletia 409, 415.
Tittmannia 434, 442.
Todea rivularis 21.
Tofieldia borealis Wahlenbg. LXVII.
Torenia 442.
Tradescantia 127, 495, 496.
— *zebrina* 127.
Tragopogon pratensis L. 26, 29.

Tremella XXXVII.
Triceratium Favus Ehbg. 487.
Trientalis europaea 392.
Trifolium elegans Savi 97.
— *hybridum* L. 97.
— *incarnatum* 150, 153.
— *montanum* L. 26.
— *pratense* 150, 153, 154.
— *repens* L. 97.
— *subterraneum* L. 244.
Trigonella Aschersoniana Urb. 244.
— *maritima* Delile 347.
— *monspeliaca* L. 347.
Triticum repens 145.
— *vulgare* Vill. 35, 370.
Tuburcinia 406, 411, 413, 415.
Tulipa 126, 317.
Typha latifolia XXX.

Umbelliferae 175.
Usnea plicata Hoffm. 371.
Ustilago 413.
— *longissima* 411.
— *Maydis* 410.
— *violacea* 410.

Vaccinium uliginosum L. LXVII.
Valeriana dioica L. 457.
— *officinalis* L. 26.
Valerianaceae 457.
Valoradia abyssinica Hochst. 336.
— *plumbaginoides* Boiss. 336.
Vandellia 429, 430, 434, 436, 439—442.
— *alsinoides* Benth. 438.
— *angustifolia* 441.
— *crustacea* Benth. 442.
— *erecta* Benth. 430, 436—438.
— *pedunculata* 441.
— *Pyxidaria* Maxim. 435, 436, 438—442.
Veratrum album 375.
— *nigrum* 375.
Veronica 400.
— *Chamaedrys* L. 26.
— *officinalis* 401.
Viburnum 455.
— *Lantana* L. 24.
Vicia 307, 364.
— *amphicarpa* (L.) Dorthes 235—237, 239—242, 244.
— *angustifolia* Reich. 235—237, 239—245.
— *Faba* 5, 6, 11, 37—39, 41, 85, 88, 208, 248, 251-254, 306, 313, 319, 394 396.
— *lutea* L. 243.
— *narbonensis* 245.
— *pyrenaica* 245.
— *sativa* L. 235, 236, 240, 241.
— — var. *cordata* Wulf. 241.
Vicieae 236, 237.
Viminaria denudata Sm. 281, 290.
Vinca minor L. 27, 125, 126.
Viola 22, 404.
— *alba* Bess. 243, 244.
— *collina* Bess. 243.
— *hirta* L. 243, 244.
— *mirabilis* 241.
— *odorata* L. 243.
— *tricolor* 27, 29, 403.
Virchowia 432.
— *Cubensis* Bartl. et Schenk 432.
Virgilia capensis Lam. 280, 290.
— *lutea* Mich. 280, 290.
Viscum album 125, 126, 342, XXXVII.
Vitis XIV.
— *labrusca* 145.
— *vinifera* L. 362.
Voandzeia 244.
— *subterranea* (L.) Du Pet. Th. 243.
Vogelia africana Lam. 336.

Weigelia amabilis L. 26.

Xanthorrhoea XXVIII.
Xylophylla 443.

Yucca XIV.

Zea 160, 163, 165—168.
— *Mays* 86, 115, 248, 250—252, 314, 395.
Zingiberaceae 417.
Zizyphus Spina Christi L. 352.
Zygophylleae 2, 4.

Register zu Band II.

1. Geschäftliche Mittheilungen.

Seite
Sitzung vom 25. Januar 1884 1
Sitzung vom 29. Februar 1884 31
Sitzung vom 28. März 1884 99
Sitzung vom 25. April 1884 159
Sitzung vom 30. Mai 1884 179
Sitzung vom 27. Juni 1884 247
Sitzung vom 25. Juli 1884 299
Einladung zur Generalversammlung 300
Sitzung vom 31. Oktober 1884 (Wahlversammlung) 373
Sitzung vom 28. November 1884 429
Sitzung vom 30. December 1884 457
Protokoll der zweiten Generalversammlung am 17. September 1884 in Magdeburg I
Mitgliederliste LXI

2. Nekrologe.

H. R. Goeppert von P. Ascherson 180
George Engelmann von I. Urban XII
George Bentham von I. Urban XVI

3. Wissenschaftliche Mittheilungen.

a) In der Reihenfolge der Publikation geordnet.

I. Sitzungsberichte.

1. **Franz von Hoehnel,** Ueber den etagenförmigen Aufbau einiger Holzkörper 2
2. **Franz Benecke,** Beitrag zur Kenntniss der Ursachen des Wachsthums . 5
3. **Hans Satter,** Zur Kenntniss der Antheridienstände einiger Laubmoose (mit Tafel I) 13
4. **G. Berthold,** Ueber das Vorkommen von Protoplasma in Intercellularräumen 20
5. **G. H. Hiller,** Ueber Intercellularlücken zwischen den Epidermiszellen der Blüthenblätter. Vorläufige Mittheilung 21
6. **E. Koehne,** Ueber Zellhautfalten in der Epidermis von Blumenblättern und deren mechanische Function (mit Tafel II) 24

Seite
7. **A. Famintzin,** Studien über Crystalle, Crystallite und künstliche Membranen . . . 32
8. **H. Moeller,** Ueber Pflanzenathmung. I. Das Verhalten der Pflanzen zu Stickoxydul. (Mit einem Holzschnitt) . . . 35
9. **Franz von Höhnel,** Ueber das Verhalten der vegetabilischen Zellmembran bei der Quellung . . . 41
10. **F. Schwarz,** Der Einfluss der Schwerkraft auf die Bewegungsrichtung von *Chlamidomonas* und *Euglena* . . . 51
11. **Jul. Wiesner,** Note über die angebliche Function der Wurzelspitze beim Zustandekommen der geotropischen Krümmung . . . 72
12. **J. Brunchorst,** Die Funktion der Spitze bei den Richtungsbewegungen der Wurzeln. I. Geotropismus . . . 78
13. **L. Kny,** Das Wachsthum des Thallus von *Coleochaete scutata* in seinen Beziehungen zur Schwerkraft und zum Licht . . . 93
14. **Ad. Andrée,** *Trifolium elegans* Savi, eine Standortsvarietät von *Trifolium hybridum* L. . . . 97
15. **I. Urban u. M. Möbius,** Ueber *Schlechtendalia luzulifolia* Less, eine Monocotylen-ähnliche Composite und *Eryngium eriophorum* Cham., eine grasblättrige Umbellifere (mit Taf. III) . . . 100
16. **F. Hildebrand,** Ueber die Schutzeinrichtungen bei den *Oxalis*-Zwiebeln . 108
17. **Eduard Strasburger,** Die Endospermbildung bei *Daphne* . . . 112
18. **C. Kraus,** Die Saftleistung der Maiswurzel . . . 115
19. **G. Winter,** Ueber die Gattung *Corynelia* (mit 8 Holzschnitten) . . . 120
20. **A. Zimmermann,** Molecular-physikalische Untersuchungen (II). Ueber den Zusammenhang zwischen der Richtung der Tüpfel und der optischen Elasticitätsaxen . . . 124
21. **L. Kny,** Die Beziehungen des Lichtes zur Zelltheilung bei *Saccharomyces cerevisiae* . . . 129
22. **B. Frank,** Ueber das Wurzelälchen und die durch dasselbe verursachten Beschädigungen der Pflanzen . . . 145
23. **Hans Molisch,** Ueber die Ablenkung der Wurzeln von ihrer normalen Wachsthumsrichtung durch Gase (Aërotropismus). Vorläufige Mittheilung . . . 160
24. **Paul Terletzki,** Ueber den Zusammenhang des Protoplasmas benachbarter Zellen und über Vorkommen von Protoplasma in Zwischenzellräumen 169
25. **Ernst H. L. Krause,** *Primula fragrans* KEHK. und *P. fragrans* × *acaulis* bei Kiel . . . 171
26. **I. Urban,** Morphologischer Aufbau von *Flaveria repanda* Lag. und *Cladanthus Arabicus* Cass. (mit einem Holzschnitt) . . . 173
27. **I. Urban,** *Hydrocotyle ranunculoides* L. fil. . . . 175
28. **H. Ambronn,** Ueber heliotropische und geotropische Torsionen. Vorläufige Mittheilung. (Mit 5 Holzschnitten). . . . 183
29. **A. Famintzin,** Ueber geschichtete Myelingebilde . . . 190
30. **Franz Benecke,** Kleine biologische Studie über das Blüthenköpfchen von *Taraxacum officinale* . . . 192
31. **G. Krabbe,** Nochmals zur Frage nach der Funktion der Wurzelspitze. (Erwiderung) . . . 196
32. **J. Brunchorst,** Die Funktion der Spitze bei den Richtungsbewegungen der Wurzeln II. Galvanotropismus (mit Tafel IV) . . . 204
33. **Prohaska,** Zur Frage nach der Endospermbildung bei *Daphne* . . . 219

Seite
34. **C. Müller**, Bemerkungen zu meiner Dissertation und deren Abdruck in Thiel's landwirthschaftlichen Jahrbüchern 221
35. **H. Jänsch**, Nachtrag zur Kenntniss von *Herminiera Elaphroxylon* G. P. R. 233
36. **P. Ascherson**, Amphicarpie bei der einheimischen *Vicia angustifolia* (mit 7 Holzschnitten) 235
37. **G. Firtsch**, Zur Kenntniss der geotropischen Reizbarkeit der Wurzelspitze 248
38. **L. Radlkofer**, Ueber zwei Budleieen des Herbariums Willdenow . . . 255
39. — Ueber eine Leptospermee der Sammlung von Sieber 262
40. **J. Reinke**, Die Fluorescenz des Chlorophylls in den Blättern 265
41. **Th. Jänsch**, Zur Anatomie einiger Leguminosenhölzer (mit Taf. V) . . 268
42. **P. Ascherson**, Forskal über die Metamorphose der Pflanze 293
43. **G. Lagerheim**, Ein neues Beispiel des Vorkommens von Chromatophoren bei den Phycochromaceen (mit 3 Holzschnitten) 302
44. **Jul. Wiesner**, Erklärung 305
45. **Hermann Moeller**, Ueber Pflanzenathmung (mit Taf. VI u. VII) . . . 306
46. **B. Frank**, Ueber die Gummibildung im Holze und deren physiologische Bedeutung 321
47. — Berichtigung der Angriffe des Herrn C. Müller 332
48. **G. Volkens**, Die Kalkdrüsen der Plumbagineen (mit Taf. VIII) 334
49. **F. Nobbe**, Ein zweiter Fundort von *Loranthus europaeus* Jacq. in Sachsen 342
50. **H. Ross**, Eine botanische Exkursion nach den Inseln Lampedusa u. Linosa 344
51. **P. Magnus**, *Marrubium Aschersonii* (*vulgare* × *Alysson*), ein neuer Bastard 349
52. **G. Schweinfurth**, Ueber Pflanzenreste aus altägyptischen Gräbern . . . 351
53. **Arthur Meyer**, Bemerkung zu dem Aufsatze von B. Frank, „Ueber die Gummibildung im Holze und deren physiologische Bedeutung“ . . 375
54. **J. Reinke**, Notiz über die Abhängigkeit der Blattentwickelung von der Bewurzelung 376
55. **Fritz Müller**, Die Verzweigung von *Stromanthe Tonckat* Aubl. (Eichl.). (Mit einem Holzschnitt) 379
56. **E. Stahl**, Einfluss des Lichtes auf den Geotropismus einiger Pflanzenorgane 383
57. **C. Steinbrinck**, Ueber ein Bauprincip der aufspringenden Trockenfrüchte. Bemerkungen zu den „Recherches sur la déhiscence des fruits à péricarpe sec“ von Leclerc du Sablon 397
58. **C. Fisch**, Entwicklungsgeschichte von *Doassansia Sagittariae*. (Mit Tafel X.) 405
59. **A. W. Eichler**, Bildungsabweichungen bei einer Zingiberaceenblüthe. (Mit zwei Holzschnitten) 417
60. **L. Wittmack**, Ueber eine durchwachsene Birne und die Natur der Pomaceenfrucht (Mit zwei Holzschnitten) 420
61. **I. Urban**, Studien über die Scrophulariaceen-Gattungen *Ilysanthes*, *Bonnaya*, *Vandellia* und *Lindernia* 429
62. **H. Dingler**, Korrelative Vorgänge in der Gattung *Phyllanthus*, ihre wahrscheinlichen Ursachen und naheliegende Folgerungen. Vorläufige Mittheilung 443
63. **M. Fünfstück**, Thallusbildung an den Apothecien von *Peltidea aphthosa* (L.) Ach. (Mit Tafel XI.) 447
64. **C. Müller**, Ueber Dimorphismus der Blüthen von *Sambucus australis* Cham. et Schltdl. (Mit zwei Holzschnitten.) 452
65. **L. v. Hohenbühel-Heufler**, Zur Entdeckungsgeschichte von *Doassansia Alismatis* (Fr.) eigentlich (Nees in Fr.) 458
66. **K. Schliephacke**, *Pottia Güssfeldti*, ein neues Laubmoos 461
67. **E. Heinricher**, Ueber Eiweissstoffe führende Idioblasten bei einigen Cruciferen. Vorläufige Mittheilung. (Mit Tafel XII.) 463

Seite
68. **G. Haberlandt,** Ueber Wasserleitung im Laubmoosstämmchen 467
69. **E. Pfitzer,** Beobachtungen über Bau und Entwicklung der Orchideen. 7. Ueber zwergartige Bulbophyllen mit Assimilationshöhlen im Innern der Knollen. (Mit Tafel XIII) 472
70. **H. Schenck,** Ueber Structuränderung submers vegetirender Landpflanzen. (Mit Tafel XIV.) 479
71. **Otto Müller,** Bemerkungen zu dem Aufsatze Dr. J. H. L. Flögel's, Researches on the Structure of Cell-walls of Diatoms. (Mit einem Holzschnitt.) 485
72. **R. Wegscheider,** Spektroskopische Notizen über die Farbstoffe grüner Blätter und deren Derivate 494

II. Generalversammlungsbericht.

1. **P. Sorauer,** Wirkungen künstlicher Fröste XXII
2. **Möbius,** Die mechanischen Scheiden der Secretbehälter XXV
3. **A. Tschirch,** Ueber Durchbrechungen der mechanischen Ringe zum Zwecke der Leitung der Assimilationsprodukte. (Mit Tafel IX) XXVII
4. **Emil Chr. Hansen,** Neue Untersuchungen über Alkoholgährungspilze XXXII
5. **A. Zimmermann,** Molekularphysikalische Untersuchungen (III).
   3. Ueber das Verhalten der optischen Elastizitätsaxen vegetabilischer Zellmembranen bei der Dehnung. (Mit 2 Holzschnitten) XXXV
   4. Ueber die Ursachen der Anisotropie organischer Substanzen . XLVII
6. **C. Kraus,** Ueber Ausscheidung der Schutzholz bildenden Substanz an Wundflächen LIII
7. **L. Wittmack,** Ueber die Inconsequenz der Nomenklatur landwirthschaftlicher und gärtnerischer Pflanzen LV
8. — Ueber einige Eigenthümlichkeiten der Rhizoboleen, einer Unterfamilie der Ternströmiaceae LVII
9. — Ueber essbare Eicheln LX
10. — Ueber eine neue Gerstenvarietät. LXI
11. **R. von Uechtritz,** *Cicendia filiformis* Delarbre in der schlesischen Ober-Lausitz LXII
12. **H. Ambronn,** Liste der von der deutschen Nordpolar-Expedition am Kingawa-Fjord des Cumberlandsundes gesammelten Phanerogamen und Gefässkryptogamen LXV
13 **N. Pringsheim,** Mittheilung einer botanischen Preisaufgabe . . . LXVIII
Verzeichniss der Pflanzennamen LXXV

b) Alphabetisch nach den Autoren geordnet.

Ambronn, H., Ueber heliotropische und geotropische Torsionen. Vorläufige Mittheilung. (Mit 5 Holzschnitten) 183
— Liste der von der deutschen Nordpolar-Expedition am Kingawa-Fjord des Cumberlandsundes gesammelten Phanerogamen und Gefässkryptogamen LXV
Andrée, Ad., *Trifolium elegans* Savi, eine Standortsvarietät von *Trifolium hybridum* L. 97
Ascherson, P., Amphicarpie bei der einheimischen *Vicia angustifolia.* (Mit 7 Holzschnitten.) 235
— Forskal über die Metamorphose der Pflanze 293
Benecke, Franz, Beitrag zur Kenntniss der Ursachen des Wachsthums . . 5
— Kleine biologische Studie über das Blüthenköpfchen von *Taraxacum officinale* 192

Seite

Berthold, G., Ueber das Vorkommen von Protoplasma in Intercellularräumen 20

Brunchorst, J., Die Funktion der Spitze bei den Richtungsbewegungen der Wurzeln. I. Geotropismus 78

— Die Funktion der Spitze bei den Richtungsbewegungen der Wurzeln. II. Galvanotropismus (mit Tafel IV) 204

Dingler, H., Korrelative Vorgänge in der Gattung *Phyllanthus*, ihre wahrscheinlichen Ursachen und Folgerungen. Vorläufige Mittheilung . . 443

Eichler, A. W., Bildungsabweichungen bei einer Zingiberaceenblüthe. (Mit zwei Holzschnitten.) 417

Famintzin, A., Studien über Crystalle, Crystallite und künstliche Membranen 32

— Ueber geschichtete Myelingebilde 190

Firtsch, G., Zur Kenntniss der geotropischen Reizbarkeit der Wurzelspitze . 248

Fisch, C., Entwicklungsgeschichte von *Doassansia Sagittariae.* (Mit Tafel X.) 405

Frank, B., Ueber das Wurzelälchen und die durch dasselbe verursachten Beschädigungen der Pflanzen 145

— Ueber die Gummibildung im Holze und deren physiologische Bedeutung . 321

— Berichtigung der Angriffe des Herrn C. Müller 332

Fünfstück, M., Thallusbildung an den Apothecien von *Peltidea aphthosa* (L.) Ach. (Mit Tafel XI.) 447

Haberlandt, G., Ueber Wasserleitung im Laubmoosstämmchen. 467

Hansen, Emil Chr., Neue Untersuchungen über Alkoholgährungspilze . . XXXII

Heinricher, E., Ueber Eiweissstoffe führende Idioblasten bei einigen Cruciferen. Vorläufige Mittheilung. (Mit Tafel XII.) 463

Hildebrand, F., Ueber die Schutzeinrichtungen bei den *Oxalis*-Zwiebeln . . 108

Hiller, G. H., Ueber Intercellularlücken zwischen den Epidermiszellen der Blüthenblätter. Vorläufige Mittheilung 21

Höhnel, Franz von, Ueber den etagenförmigen Aufbau einiger Holzkörper . 2

— Ueber das Verhalten der vegetabilischen Zellmembran bei der Quellung . 41

Hohenbühel-Heufler, L. von, Zur Entdeckungsgeschichte von *Doassansia Alismatis* (Fr.) eigentlich (Nees in Fr.) 458

Jänsch, Nachtrag zur Kenntniss von *Herminiera Elaphroxylon* G.P.R. . . . 233

— Zur Anatomie einiger Leguminosenhölzer (mit Tafel V) 268

Kny, L., Das Wachsthum des Thallus von *Coleochaete scutata* in seinen Beziehungen zur Schwerkraft und zum Licht 93

— Die Beziehungen des Lichtes zur Zelltheilung bei *Saccharomyces cerevisiae* 129

Koehne, E., Ueber Zellhautfalten in der Epidermis von Blumenblättern und deren mechanische Function (mit Tafel II) 24

Krabbe, G., Nochmals zur Frage nach der Function der Wurzelspitze (Erwiderung) 196

Kraus, C., Die Saftleistung der Maiswurzel 115

— Ueber Ausscheidung der Schutzholz bildenden Substanz an Wundflächen . LIII

Krause, Ernst H. L., *Primula fragrans* KEHK. und *P. fragrans* × *acaulis* bei Kiel 171

Lagerheim, G., Ein neues Beispiel des Vorkommens von Chromatophoren bei den Phycochromaceen (mit 3 Holzschnitten) 302

Magnus, P., *Marrubium Aschersonii (vulgare* × *Alysson)*, ein neuer Bastard . 349

Meyer, Arthur, Bemerkung zu dem Aufsatze von B. Frank „Ueber die Gummibildung im Holze und deren physiologische Bedeutung“ 375

Moeller, H., Ueber Pflanzenathmung. 1. Das Verhalten der Pflanzen zu Stickoxydul (mit einem Holzschnitt) 35

— Ueber Pflanzenathmung (mit Tafel VI und VII) 306

Seite

Möbius, Die mechanischen Scheiden der Sekretbehälter XXV

Molisch, Hans, Ueber die Ablenkung der Wurzeln von ihrer normalen Wachsthumsrichtung durch Gase (Aërotropismus). Vorläufige Mittheilung . 160

Müller, C., Bemerkungen zu meiner Dissertation und deren Abdruck in Thiel's landwirthschaftlichen Jahrbüchern 221

— Ueber Dimorphismus der Blüthen von *Sambucus australis* Cham. et Schltdl. (mit zwei Holzschnitten) 452

Müller, Fritz, Die Verzweigung von *Stromanthe Tonckat* Aubl. (Eichl.). (Mit einem Holzschnitt) 379

Müller, Otto, Bemerkungen zu dem Aufsatze Dr. J. H. L. Flögel's, Researches on the Structure of Cell-walls of Diatoms (mit einem Holzschnitt) 485

Möbius, M. u. Urban, I., Ueber *Schlechtendalia luzulifolia* Less, eine Monokotylenähnliche Composite und *Eryngium eriophorum* Cham., eine grasblätterige Umbellifere (mit Tafel III) 100

Nobbe, F., Ein zweiter Fundort von *Loranthus europaeus* Jacq. in Sachsen . 342

Pfitzer, E., Beobachtungen über Bau und Entwicklung der Orchideen. 7. Ueber zwergartige Bulbophyllen mit Assimilationshöhlen im Innern der Knollen. (mit Tafel XIII) 472

Pringsheim, N., Mittheilung einer botanischen Preisaufgabe LXVIII

Prohaska, Zur Frage nach der Endospermbildung bei *Daphne* 219

Radlkofer, L., Ueber zwei Budleieen des Herbariums Willdenow 255

— Ueber eine Leptospermee der Sammlung von Sieber 262

Reinke, J., Die Fluorescenz des Chlorophylls in den Blättern 265

— Notiz über die Abhängigkeit der Blattentwicklung von der Bewurzelung . 376

Ross, H., Eine botanische Exkursion nach den Inseln Lampedusa und Linosa 344

Satter, Hans, Zur Kenntnis der Antheridienstände einiger Laubmoose (mit Tafel I) 13

Schenck, H., Ueber Structuränderung submers vegetirender Landpflanzen (mit Tafel XIV) 479

Schliephacke, K., *Pottia Güssfeldti*, ein neues Laubmoos 461

Schwarz, F., Der Einfluss der Schwerkraft auf die Bewegungsrichtung von *Chlamidomonas* und *Euglera* 51

Schweinfurth, G., Ueber Pflanzenreste aus altaegyptischen Gräbern 351

Sorauer, P., Wirkungen künstlicher Fröste XXII

Stahl, E., Einfluss des Lichtes auf den Geotropismus einiger Pflanzenorgane 383

Steinbrinck, C., Ueber ein Bauprincip der aufspringenden Trockenfrüchte. Bemerkungen zu den „Recherches sur la déhiscence des fruits à pericarpe sec“ von Leclerc du Sablon 397

Strasburger, Eduard, Die Endospermbildung bei *Daphne* 112

Terletzki, Paul, Ueber den Zusammenhang des Protoplasmas benachbarter Zellen und über Vorkommen von Protoplasma in Zwischenzellräumen 169

Tschirch, A., Ueber Durchbrechungen der mechanischen Ringe zum Zwecke der Leitung der Assimilationsprodukte (mit Tafel IX) XXVII

Uechtritz, R. von, *Cicendia filiformis* Delarbre in der schlesischen Ober-Lausitz LXII

Urban, I. u. Möbius, M., Ueber *Schlechtendalia luzulifolia* Less., eine Monokotylen-ähnliche Composite und *Eryngium eriophorum* Cham., eine grasblättrige Umbellifere (mit Tafel III) 100

Urban, I., Morphologischer Aufbau von *Flaveria repanda* Lag. und *Cladanthus Arabicus* Cass. (mit einem Holzschnitt) 173

Seite
Urban, I., *Hydrocotyle ranunculoides* L. fil. 175
— Studien über die Scrophulariaceen-Gattungen *Ilysanthes*, *Bonnaya*, *Vandellia* und *Lindernia* 429
Volkens, G., Die Kalkdrüsen der Plumbagineen (mit Tafel VIII) 334
Wegscheider, R., Spektroskopische Notizen über die Farbstoffe grüner Blätter und deren Derivate 494
Wiesner, Jul., Note über die angebliche Funktion der Wurzelspitze beim Zustandekommen der geotropischen Krümmung 72
— Erklärung 305
Winter, G., Ueber die Gattung *Corynelia* (mit 8 Holzschnitten) 120
Wittmack, L., Ueber eine durchwachsene Birne und die Natur der Pomaceenfrucht (mit zwei Holzschnitten) 420
— Ueber die Inconsequenz der Nomenklatur landwirthschaftlicher und gärtnerischer Pflanzen LV
— Ueber einige Eigenthümlichkeiten der Rhizoboleen, einer Unterfamilie der Ternströmiaceae LVII
— Ueber essbare Eicheln LX
— Ueber eine neue Gerstenvarietät LXI
Zimmermann, A., Molekular-physikalische Untersuchungen. (II.) Ueber den Zusammenhang zwischen der Richtung der Tüpfel und der optischen Elasticitätsaxen 124
— Molekular-physikalische Untersuchungen. (III.) 3. Ueber das Verhalten der optischen Elasticitätsaxen vegetabilischer Zellmembranen bei der Dehnung (mit zwei Holzschnitten) XXXV
4. Ueber die Ursachen der Anisotropie organischer Substanzen . . XLVII

Verzeichniss der Tafeln.

Tafel I zu **Hans Satter,** Zur Kenntniss der Antheridienstände einiger Laubmoose. Erklärung auf Seite 19.
Tafel II zu **E. Koehne,** Die Zellhautfalten in der Epidermis von Blumenblättern und deren mechanische Funktion. Erklärung auf Seite 29.
Tafel III (**M. Möbius** delin.) zu **I. Urban** und **M. Möbius,** Ueber *Schlechtendalia luzulifolia* Less, eine Monokotylen-ähnliche Composite und *Eryngium eriophorum* Cham., eine grasblättrige Umbellifere. Erklärung auf Seite 107.
Tafel IV zu **J. Brunchorst,** Ueber die Funktion der Spitze bei den Richtungsbewegungen der Wurzeln. Erklärung im Text auf Seite 207 und 208.
Tafel V zu **Th. Jänsch,** Zur Anatomie einiger Leguminosenhölzer. Erklärung auf Seite 291.
Tafel VI und VII zu **Hermann Moeller,** Ueber Pflanzenathmung. Erklärung im Text auf Seite 307—311.
Tafel VIII zu **G. Volkens,** Die Kalkdrüsen der Plumbagineen. Erklärung auf Seite 342.
Tafel IX zu **A. Tschirch,** Ueber Durchbrechungen der mechanischen Ringe zum Zwecke der Leitung der Assimilationsprodukte. Erklärung auf Seite XXXI.
Tafel X zu **C. Fisch,** Entwicklungsgeschichte von *Doassansia Sagittariae.* Erklärung auf Seite 416.
Tafel XI zu **M. Fünfstück,** Thallusbildung an den Apothecien von *Peltidea aphthosa* L. (Ach.). Erklärung auf Seite 452.
Tafel XII zu **E. Heinricher,** Ueber Eiweissstoffe führende Idioblasten bei einigen Cruciferen. Erklärung auf Seite 466.

Tafel XIII zu **E. Pfitzer,** Beobachtungen über Bau und Entwicklung der Orchideen. Erklärung auf Seite 472.

Tafel XIV zu **H. Schenck,** Ueber Strukturänderung submers vegetirender Landpflanzen. Erklärung auf Seite 484.

Verzeichniss der Holzschnitte.

Seite

H. Moeller, Apparat zu den Untersuchungen über das Verhalten der Pflanzen zu Stickoxydul 37

G. Winter, Die Gattung *Corynelia*, Fig. 1—3 *Corynelia tripos* Cooke, Fig. 4—8 *Cyrynelia uberata* Fr. (Perithecien, Spermogonien) 123

I. Urban, Grundriss des Blüthenstandes von *Flaveria repanda* Lag. 173

H. Ambronn, 5 schematische Figuren zu: Ueber heliotropische und geotropische Torsionen . . . . 188—189

P. Ascherson, Amphicarpe Exemplare der *Vicia angustifolia* Reich. nebst Analyse der Blüthen derselben 239

G. Lagerheim, 3 Zellen von *Glaucocystis Nostochinearum* Itzigs. mit Chromatophoren 304

Fritz Müller, Grundriss der am ersten Stengelknoten einer *Stromanthe Tonckat* stehenden Blätter und Zweige 380

A. W. Eichler, Grundriss einer normalen und einer abnormen Blüthe von *Alpinia* spec. 418

L. Wittmack, eine durchwachsene Birne ganz (nat. Gr.) und im Längsschnitt 420

C. Müller, Dimorphe Blüthen von *Sambucus australis* 453

O. Müller, Schematischer *Pleurosigmen*-Querschnitt 489

A. Zimmermann, 2 Figuren zu den Molecular-physikalischen Untersuchungen IXL und XLV

Uebersicht der Hefte.

Heft 1 (S. 1—30) ausgegeben am 15. Februar 1884.
Heft 2 (S. 31—98) ausgegeben am 21. März 1884.
Heft 3 (S. 99—158) ausgegeben am 18. April 1884.
Heft 4 (S. 159—178) ausgegeben am 16. Mai 1884.
Heft 5 (S. 179—246) ausgegeben am 20. Juni 1884.
Heft 6 (S. 247—298) ausgegeben am 18. Juli 1884.
Heft 7 (S. 299-372) ausgegeben am 15. August 1884.
Heft 8 (S. 373—428) ausgegeben am 21. November 1884.
Heft 9 (S. 429—456) ausgegeben am 19. Dezember 1884.
Heft 10 (S. 457—502) ausgegeben am 20. Januar 1885.
Generalversammlungsheft (S. I—LXIX) ausgegeben am 5. November 1884.

Fig. 1.

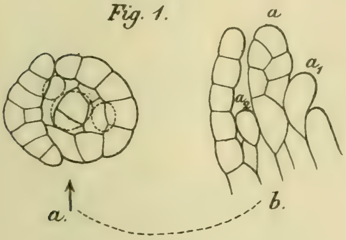


Fig. 2.

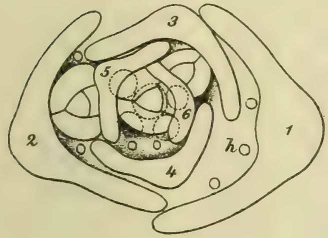


Fig. 3.

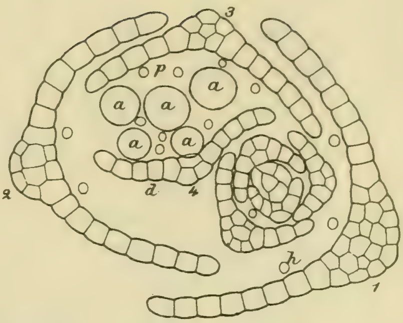

3
p
a
a
a
a
a
d
4
2
h
1

Fig. 4.

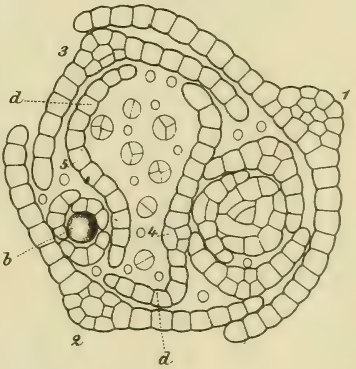


Fig. 5.

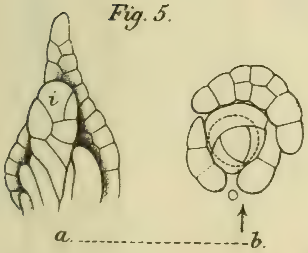


Fig. 6.

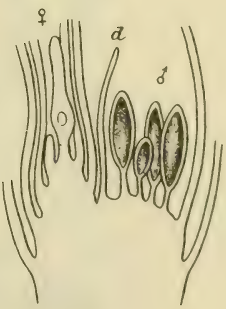


Fig. 7.

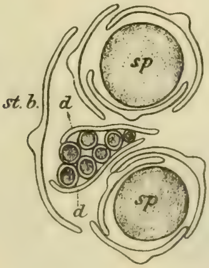
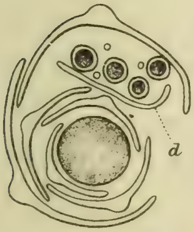
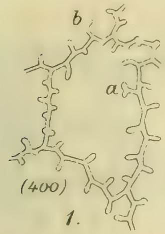


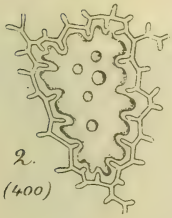
Fig. 8.



Satter gez. C. Laue lith.

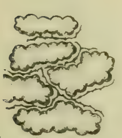


1.

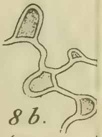


2.

(400)

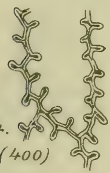


(400) 3.



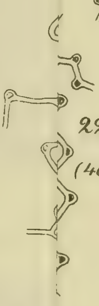
8 b.

(700)



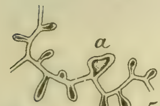
4.

(400)

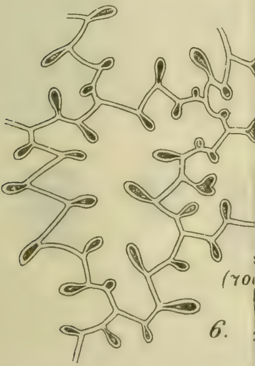


22.

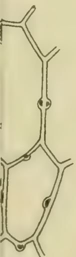
(400)



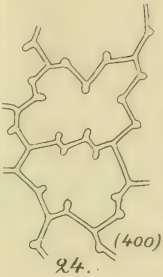
(700) 5.



6.

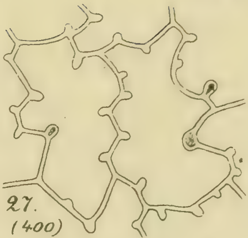


23.



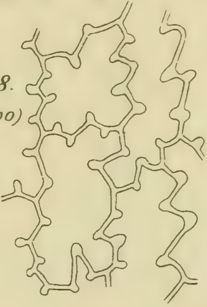
(400)

24.



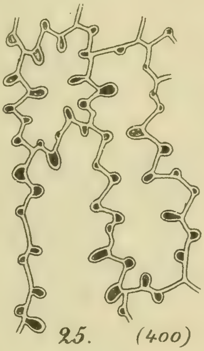
27.

(400)

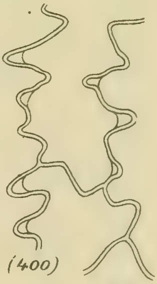


28.

(400)

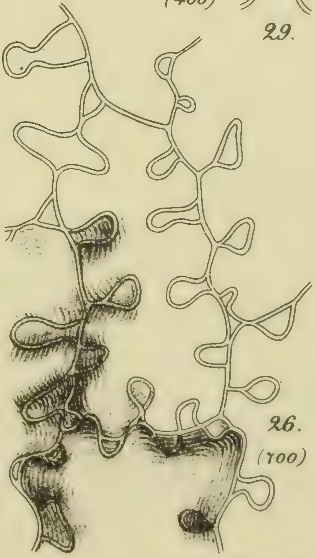


25. (400)



(400)

29.



26.

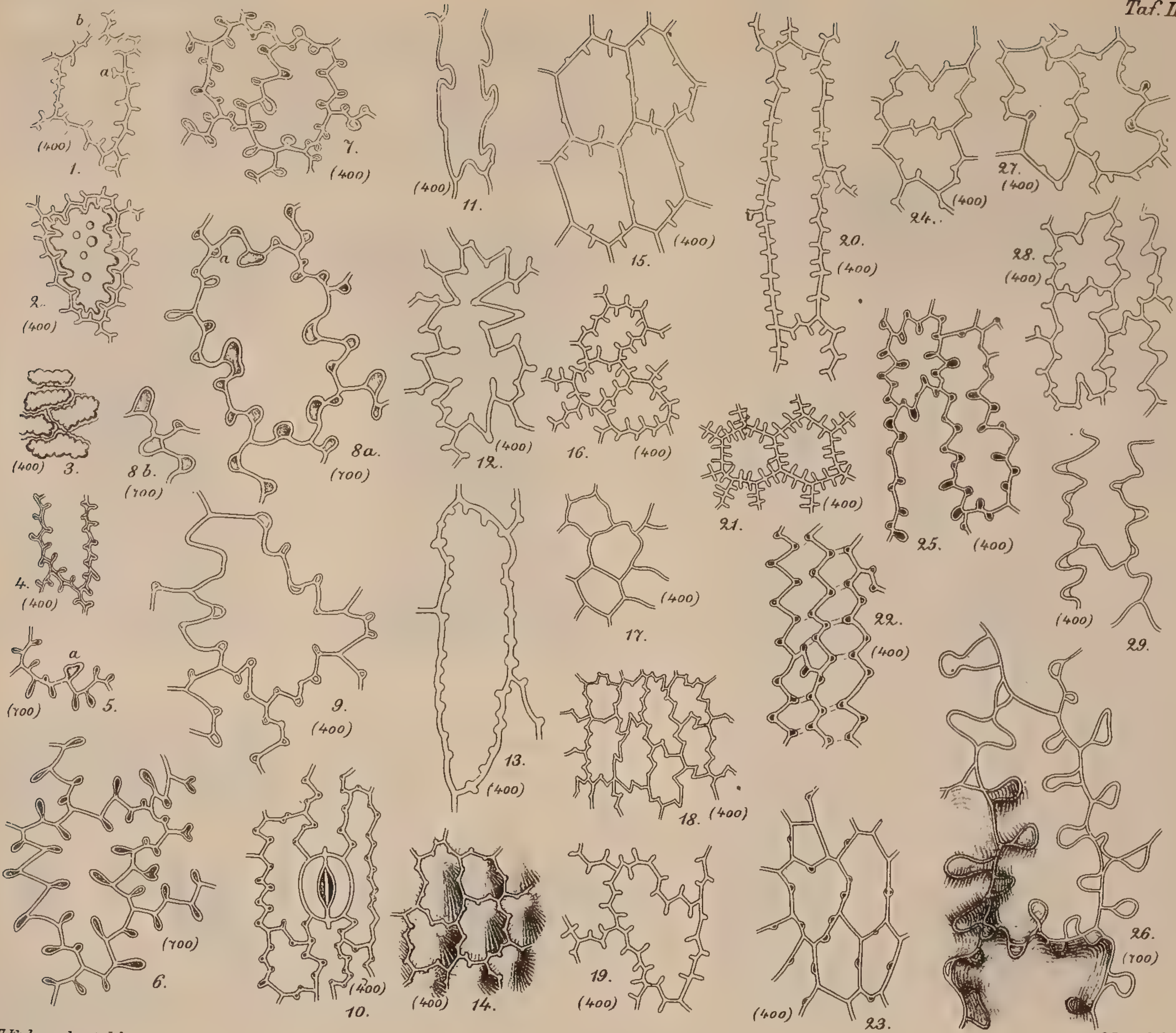
(700)

E. Koehne ad nat. del.

C. Laue lith.

Berichte d. Deutschen Bot. Gesellsch. Bd. II.

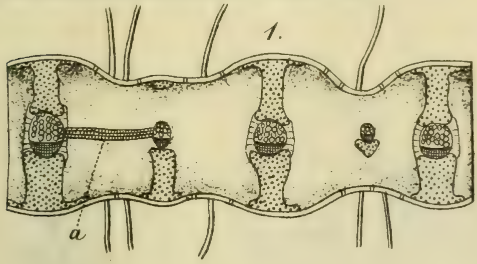
Taf. II.


b
a
(400)
1.
7.
(400)
(400)
11.
15.
(400)
20.
(400)
24.
(400)
27.
(400)
2.
(400)
a
28.
(400)
12.
(400)
16.
(400)
21.
(400)
25.
(400)
(400)
3.
8 b.
(700)
8a.
(700)
4.
(400)
17.
(400)
22.
(400)
29.
(400)
a
(700)
5.
9.
(400)
13.
(400)
18.
(400)
26.
(700)
(700)
6.
10.
(400)
(400)
14.
19.
(400)
(400)
23.

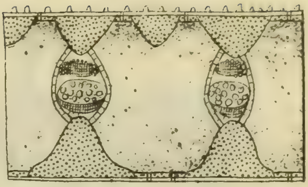
E. Koehne ad nat. del.

C. Laue lith.

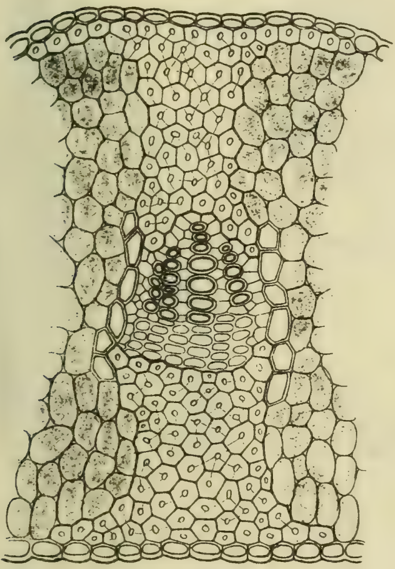
1.



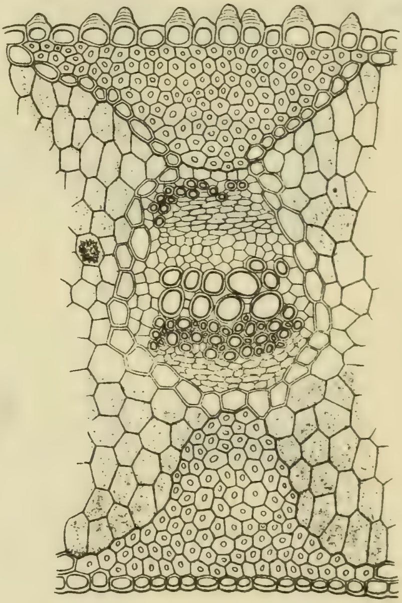
2.



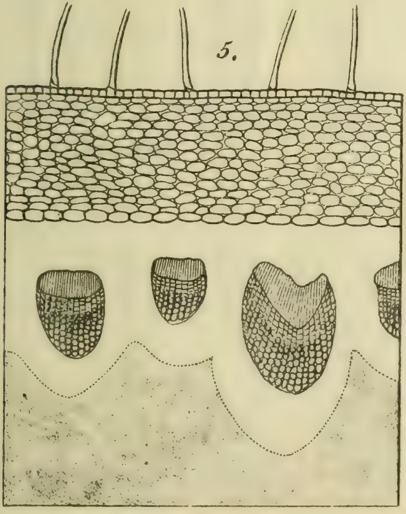
3.



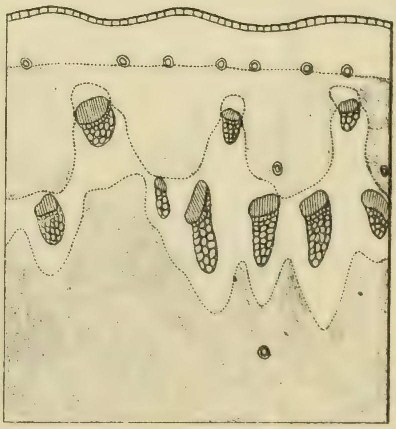
4.



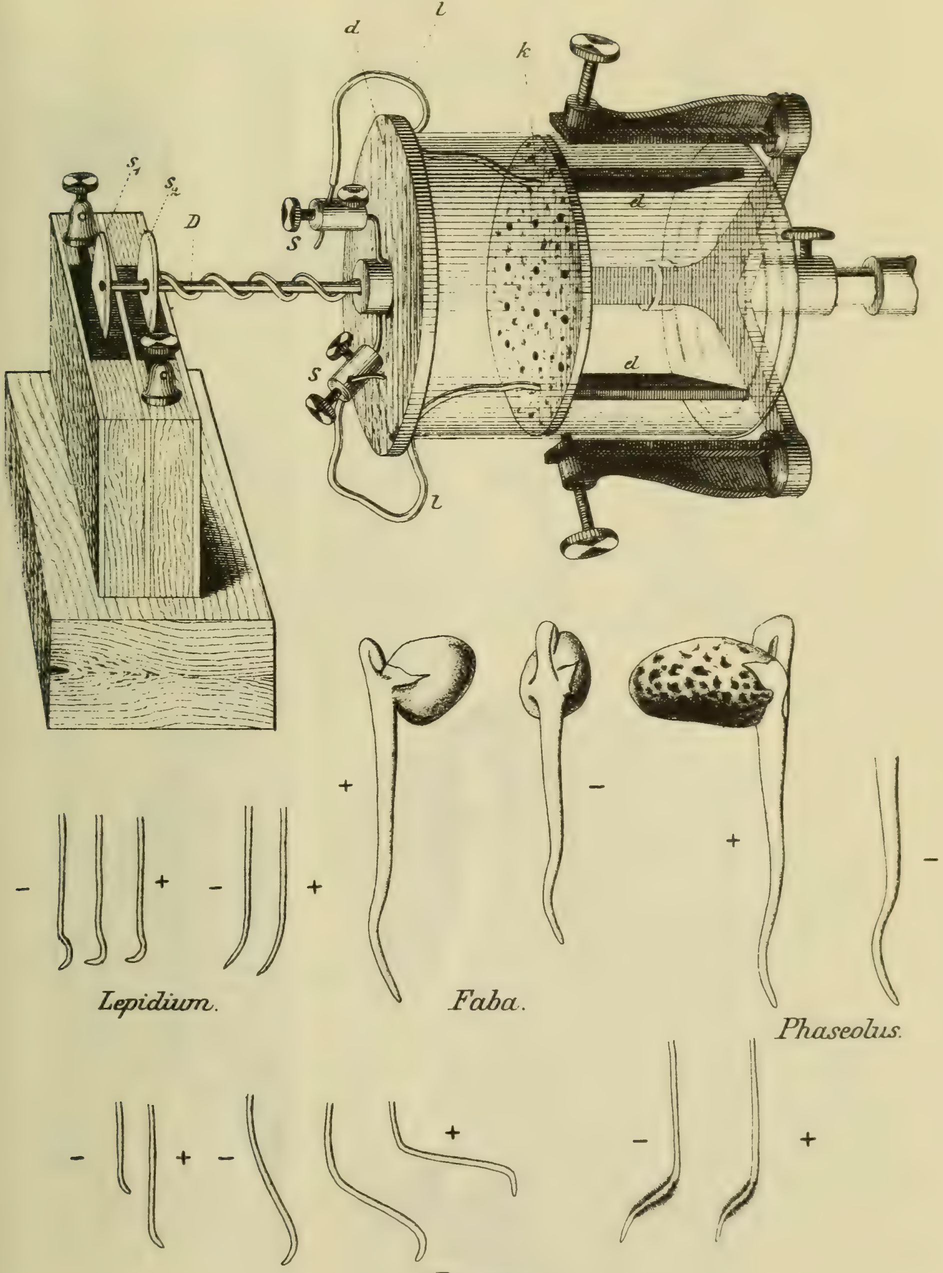
5.



6.



M. Möbius ad nat. del. *C. Laue lith.*


d
l
k
S1
S2
D
S
d
S
d
l
−
+
−
+
+
−
+
−
−
+
−
+
−
+

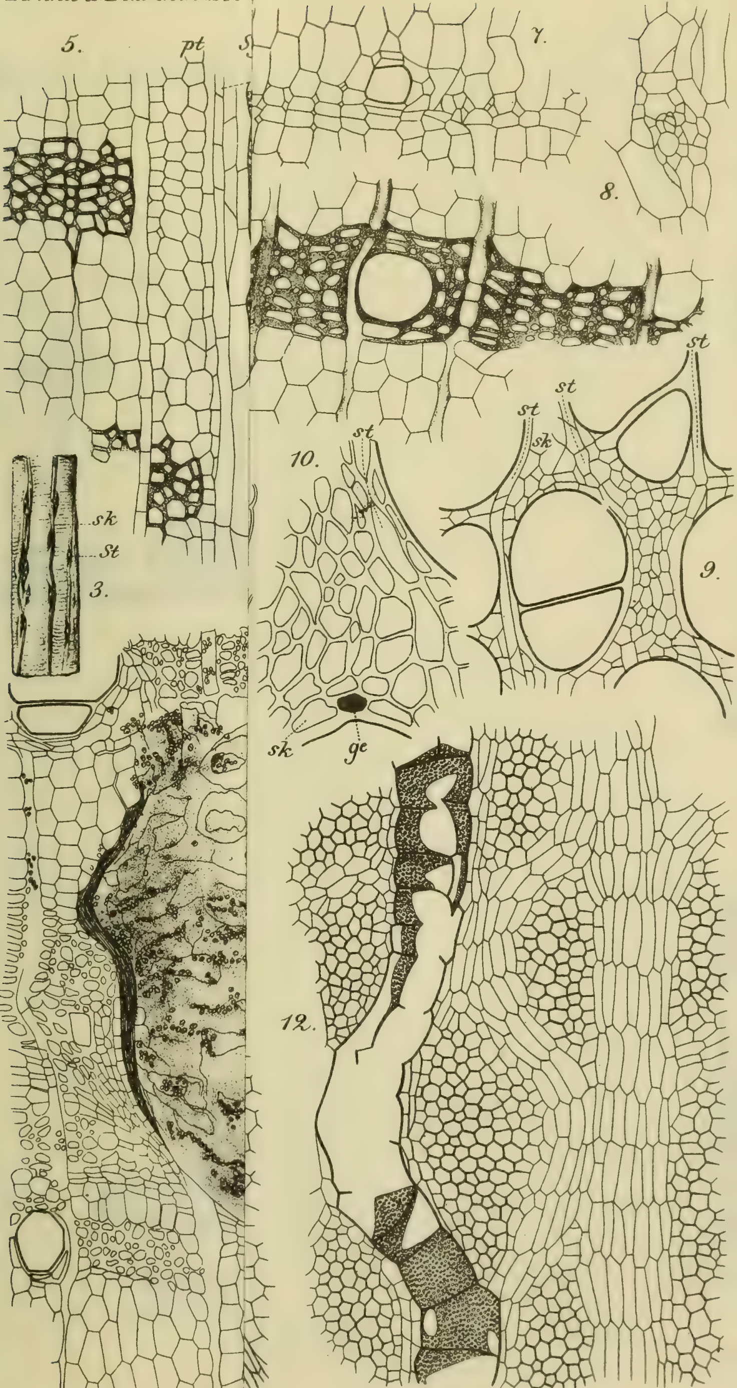
Lepidium. *Faba.* *Phaseolus.*

Brassica.

Brunchorst del. C. Laue lith.

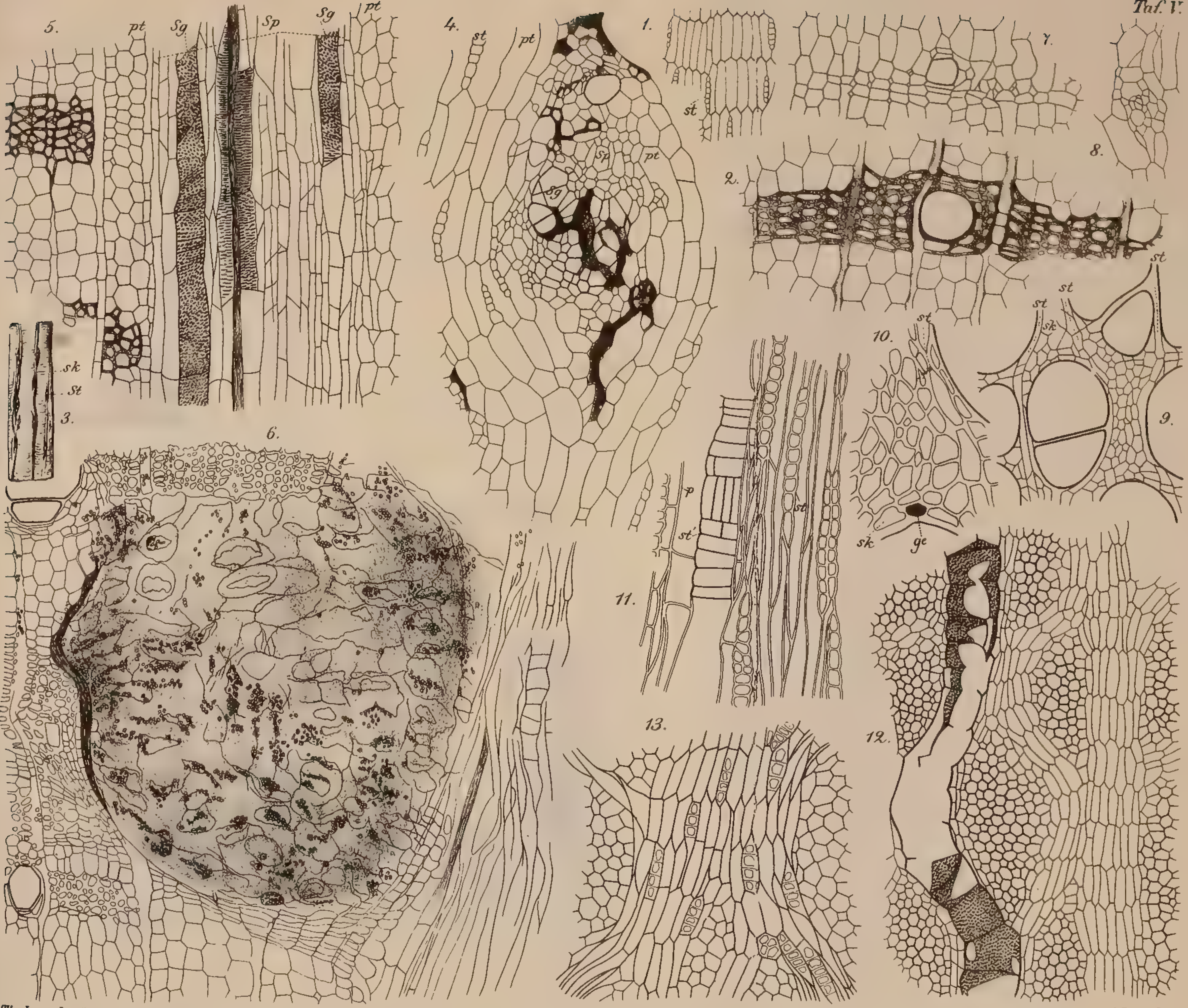
Berichte d. Deutschen Bot.

Taf. V.


5.
pt
S
7.
8.
st
st
st
sk
10.
st
sk
St
3.
9.
sk
ge
12.

Th. Jaensch ad nat. del.

C. Laue lith.


5.
pt
Sg
Sp
Sg
pt
4.
st
pt
1.
st
7.
8.
2.
Sp
pt
Sg
sk
St
3.
6.
i
10.
st
st
st
sk
9.
st
sk
ge
p
st'
st
11.
13.
12.

Th. Jaensch ad nat. del.

C. Laue lith.

1/10 d. nat. Gr.

Fig. 2.

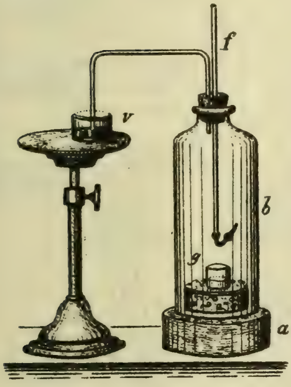
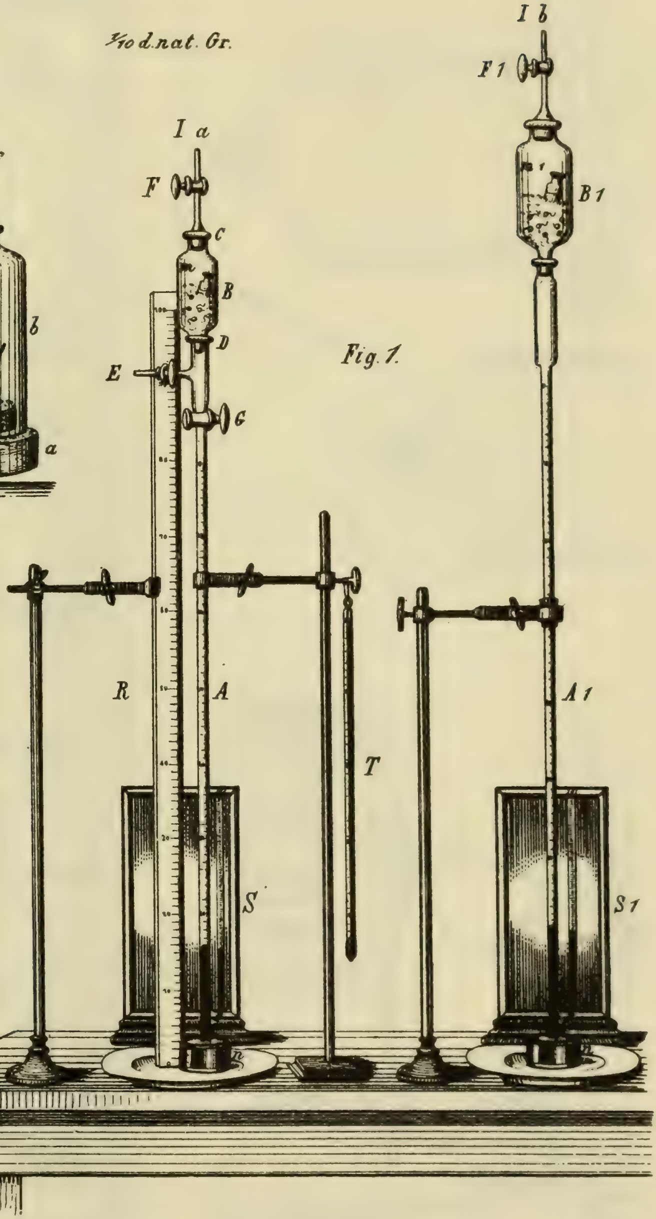


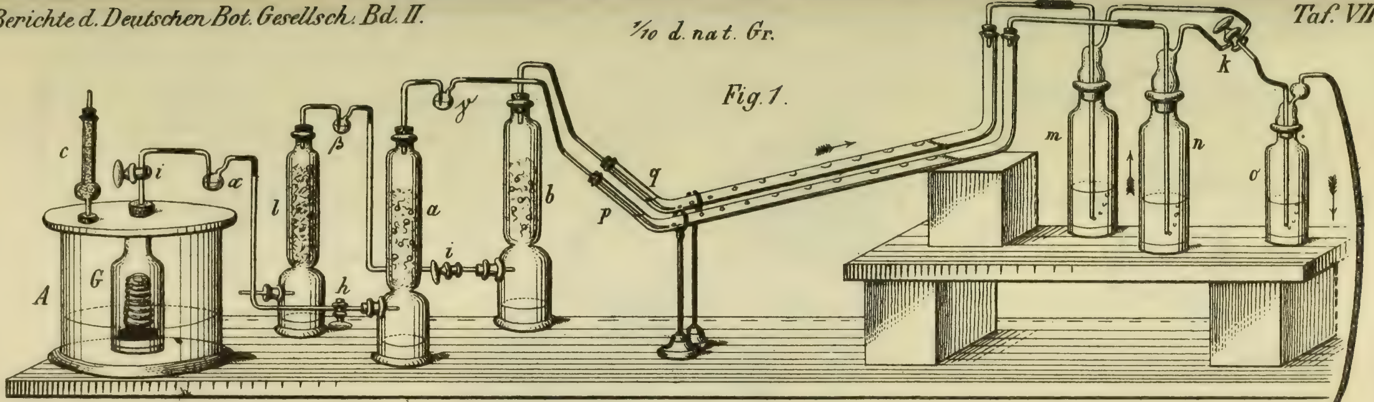
Fig. 1.


I a
F
C
B
D
E
G
R
A
T
S
n
I b
F 1
B 1
A 1
S 1

Gez. u. lith. A. Greiner.

$^1/_{10}$ d. nat. Gr.

Fig. 1.


c
i
α
A
G
l
β
h
a
γ
i
b
p
q
m
n
k
o

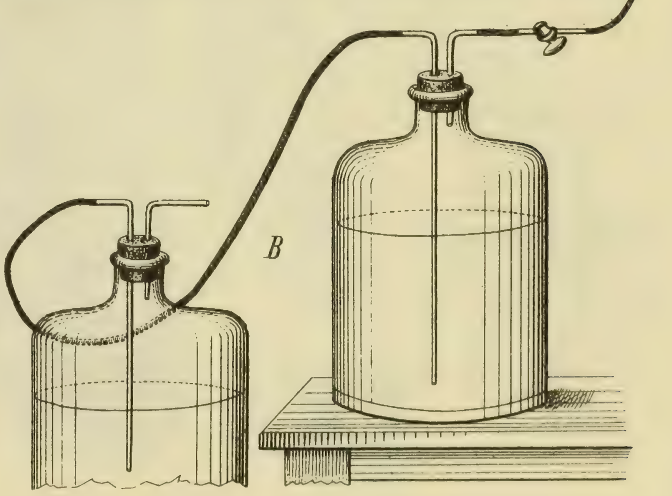
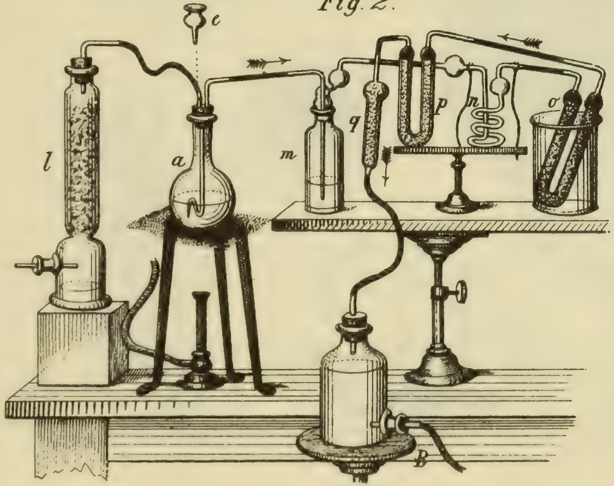
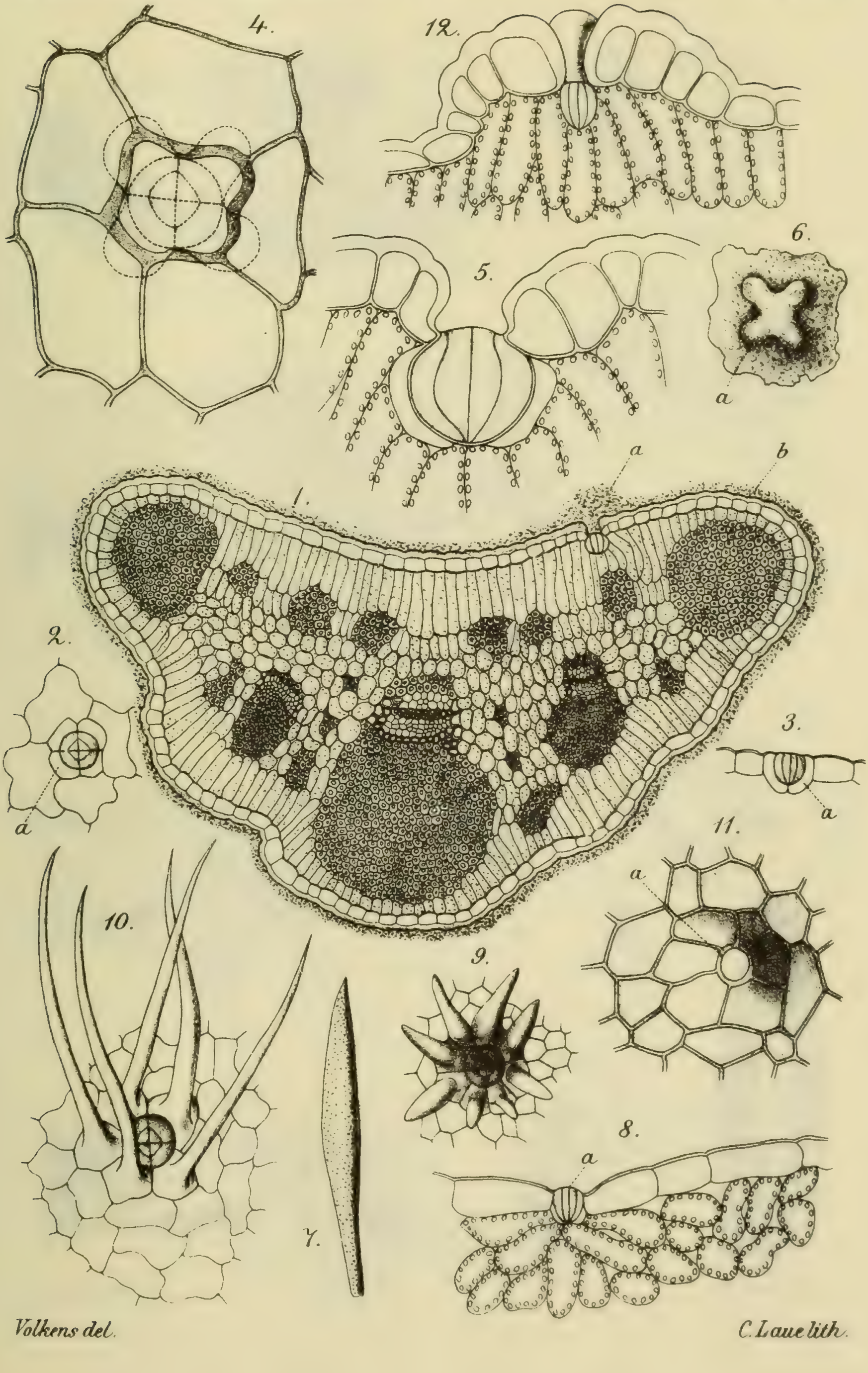


Fig. 2.



Gez. u. lith. A. Greiner.

Taf. VIII.


4.
12.
6.
5.
a
a
b
1.
2.
a
3.
a
11.
a
10.
9.
7.
8.
a

Volkens del.

C. Laue lith.

Fig. 1.

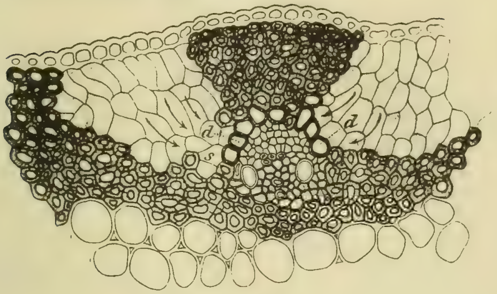


Fig. 5.

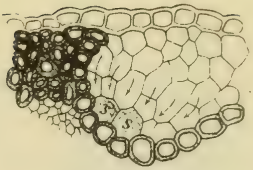


Fig. 7.

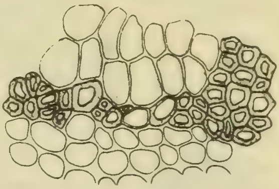


Fig. 2.

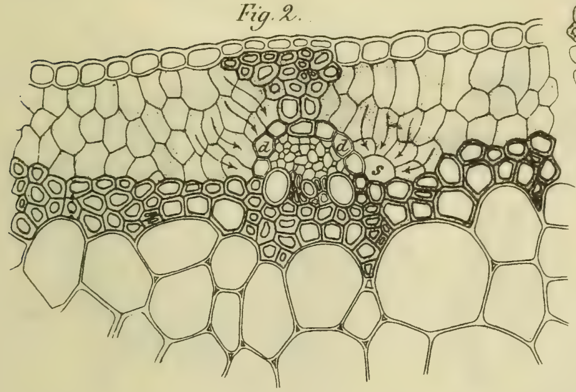


Fig. 8.

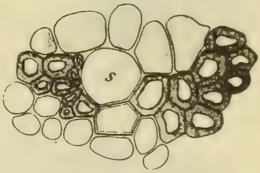


Fig. 3.

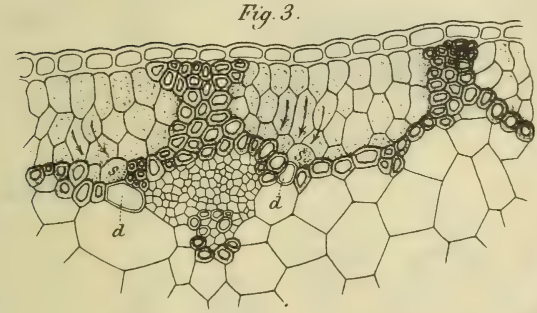


Fig. 9.

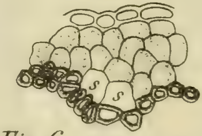


Fig. 6.

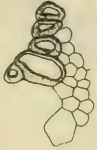


Fig. 10.

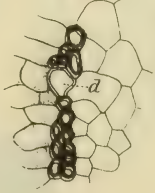


Fig. 11.

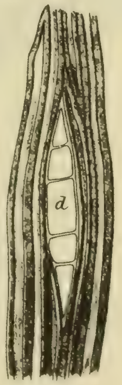
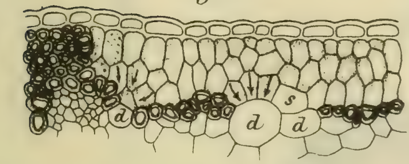
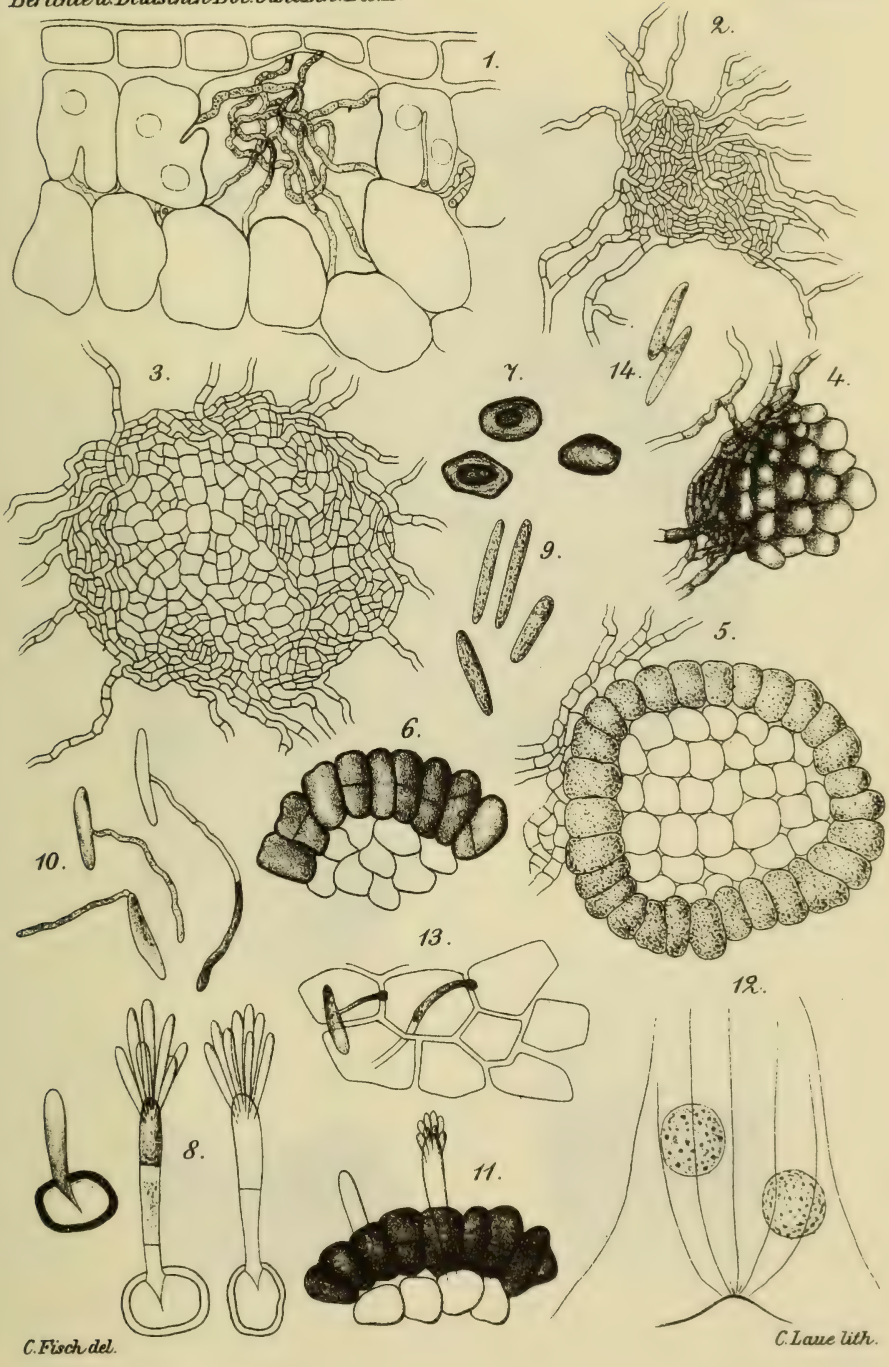


Fig. 4.



A. Tschirch del.
C. Laue lith.

Taf. X.


1.
2.
3.
14.
7.
4.
9.
5.
6.
10.
13.
12.
8.
11.

C. Fisch del.

C. Laue lith.

Fig. 3.

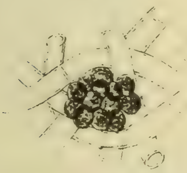


Fig. 2.

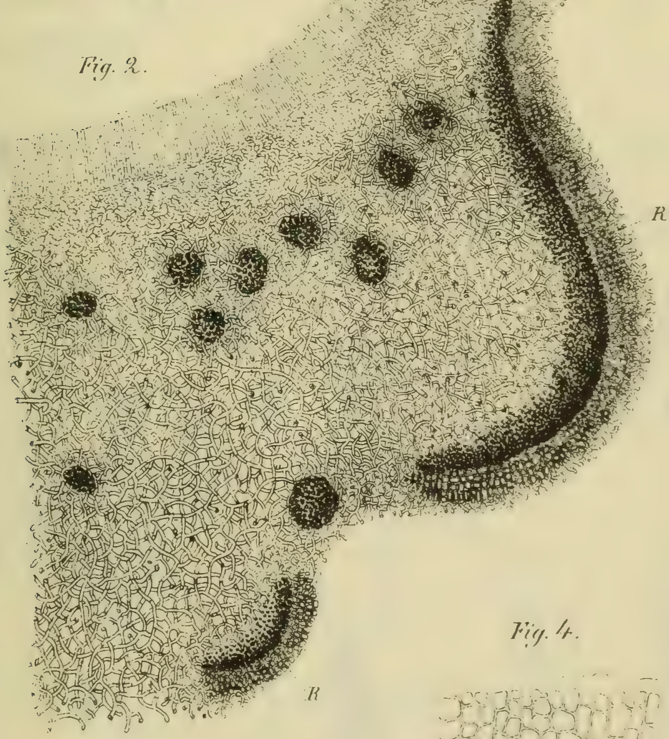


Fig. 4.

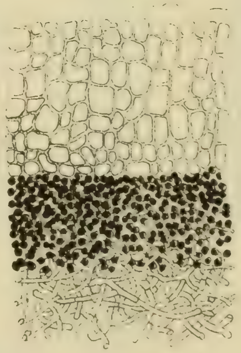
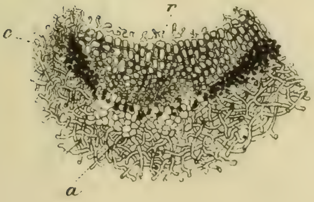
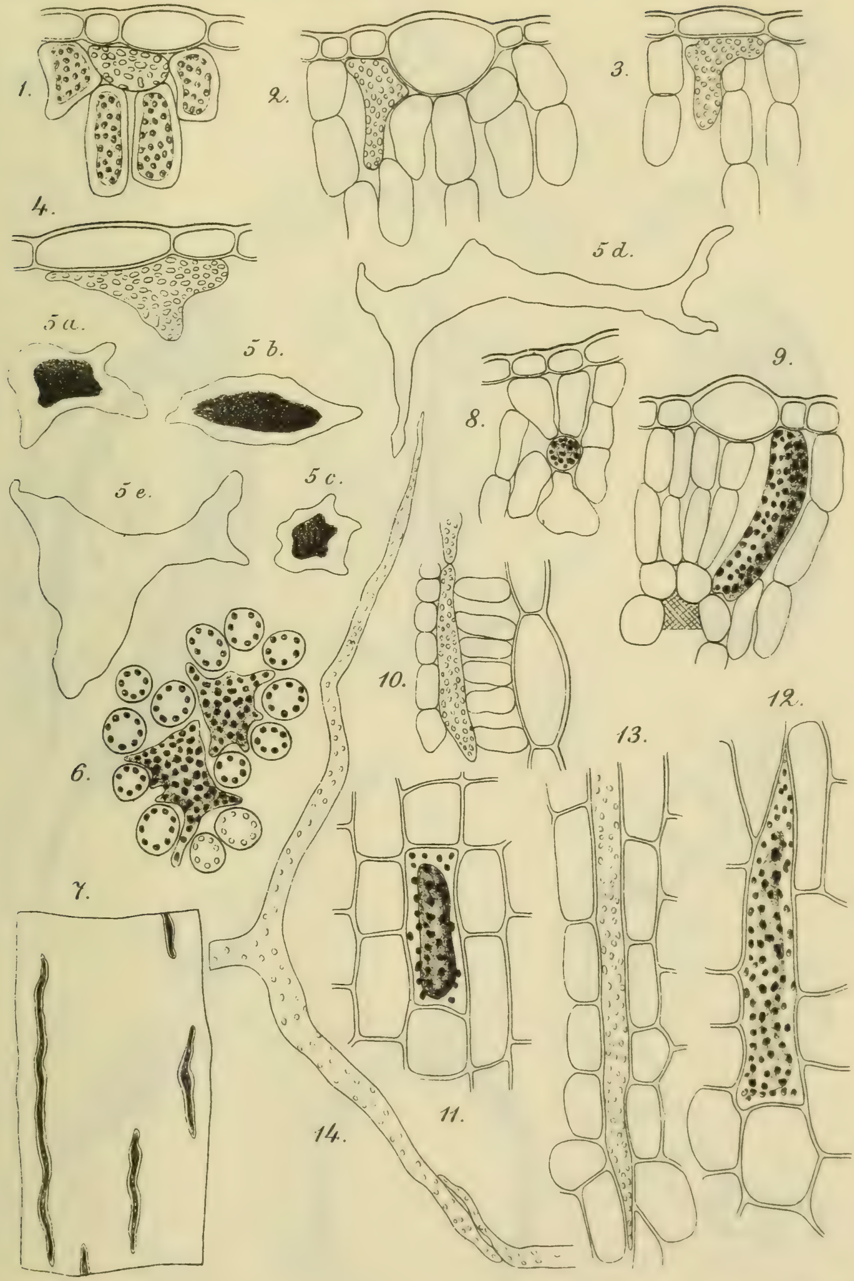


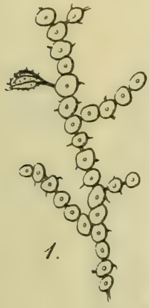
Fig. 1.



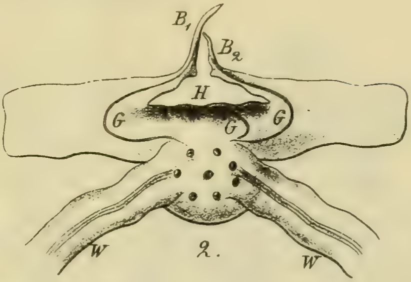
Fünfstück ad nat. del. *C. Laue lith.*


1.
2.
3.
4.
5 a.
5 b.
5 c.
5 d.
5 e.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.

E. Heinricher gez. C. Laue lith.

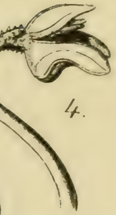


1.



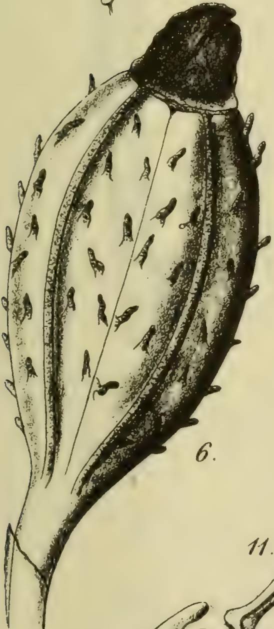
2.

B1
B2
H
G
G
G
W
W

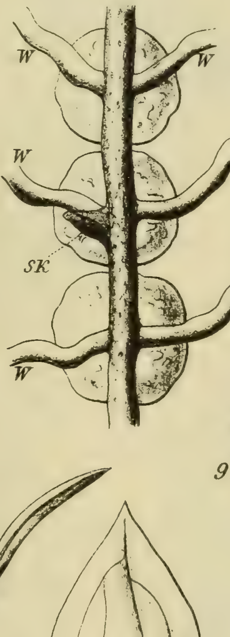


4.

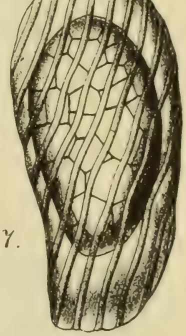
5.



6.

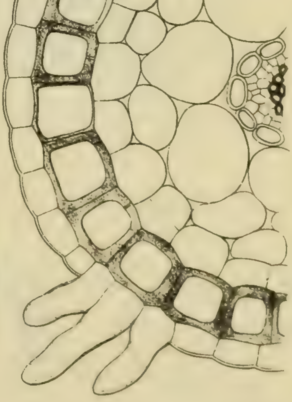


3.

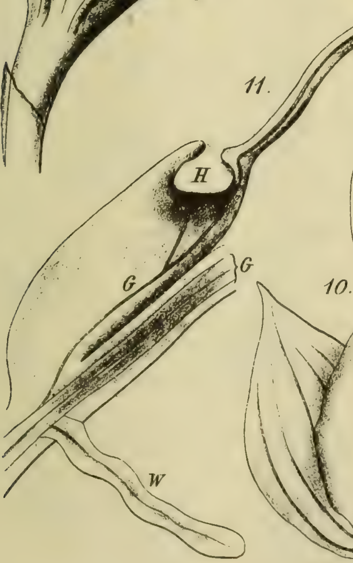


7.

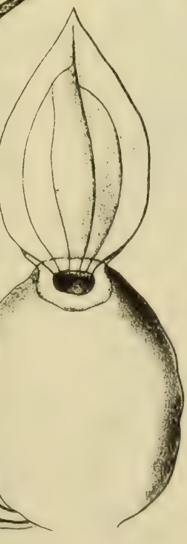
9.



8.



11.



10.

E. Pfitzer gez.

C. Laue lith.

Fig. 3.

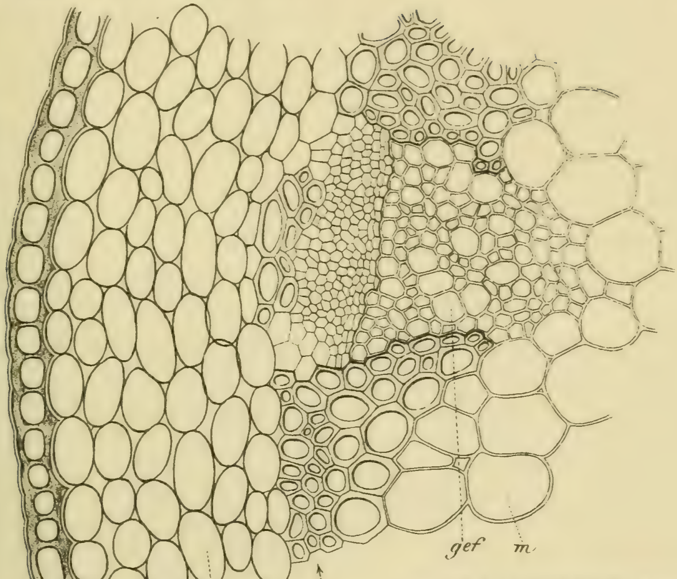

ep
rp
mr
gef
m

Fig. 6 a.

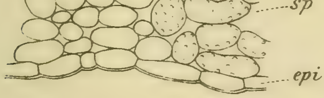


Fig. 4.

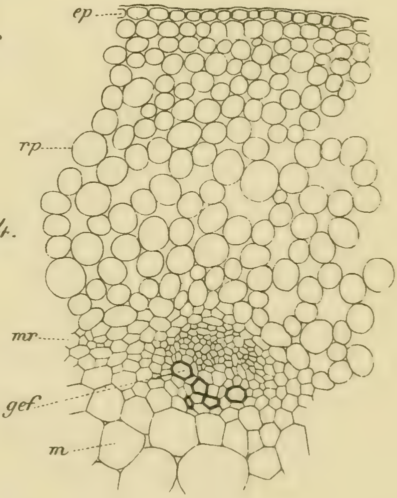

ep
rp
mr
gef
m

Fig. 6 b.

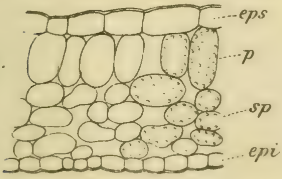


Fig. 5 a.

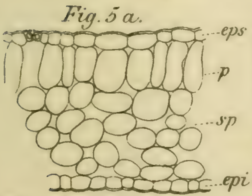


Fig. 5 b.

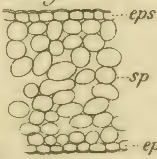


Fig. 1.

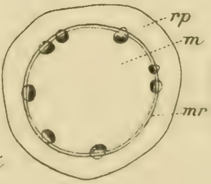
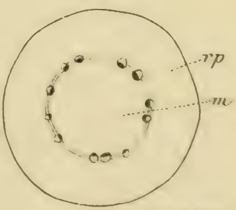


Fig. 2.



H. Schenck ad nat. del. C. Laue lith.

INSTITUTION SMITHSONIAN LIBRARIES LIBRARIES SMITHSONIAN INSTITUTIO
LIBRARIES SMITHSONIAN INSTITUTION INSTITUTION SMITHSONIAN IBRARIES
NSTITUTION SMITHSONIAN LIBRARIES LIBRARIES SMITHSONIAN INSTITUTIO
IBRARIES SMITHSONIAN INSTITUTION INSTITUTION SMITHSONIAN IBRARIES
NSTITUTION SMITHSONIAN LIBRARIES LIBRARIES SMITHSONIAN INSTITUTION
IBRARIES SMITHSONIAN INSTITUTION INSTITUTION SMITHSONIAN IBRARIES
NSTITUTION SMITHSONIAN LIBRARIES LIBRARIES SMITHSONIAN INSTITUTION
IBRARIES SMITHSONIAN INSTITUTION INSTITUTION SMITHSONIAN IBRARIES
NSTITUTION SMITHSONIAN LIBRARIES LIBRARIES SMITHSONIAN INSTITUTION

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 01505 0511